

Chapitre III

HOMEOSTASIE ET REGULATION

3.1. Définition

C'est la capacité des organismes de maintenir constant, dans certaines limites, toute une série de paramètres physiologiques, afin de préserver les équilibres de leur milieu intérieur. L'homéostasie est donc un processus par lequel un organisme maintient constantes les conditions internes nécessaires à la vie. Le mot homéostasie vient de deux mots grecs, *homoios*, semblable, et *stasis*, état, position. On l'emploie à présent pour désigner tous les mécanismes de régulation des fluctuations de la physiologie d'un organisme. Il a même été appliqué à la régulation de divers écosystèmes ou de l'Univers dans son ensemble.

D'après Bernard (1864), le premier qui a proposé le concept d'homéostasie « *La constance de l'environnement interne est la condition d'une vie indépendante.* » Pour qu'un organisme puisse survivre, il doit disposer d'un certain degré de liberté par rapport à son environnement. Cette liberté lui est donnée par l'homéostasie. Ce terme « homéostasie » a été proposé par la première fois par Walter Cannon en 1926 à propos de la capacité du corps à réguler la composition et le volume du sang et du liquide baignant les cellules de l'organisme, le liquide extracellulaire.

3.2. Mécanismes homéostatiques

L'homéostasie chez les êtres vivants implique une dépense d'énergie pour conserver une position optimale dans un équilibre dynamique. Grâce à ces mécanismes, des changements des conditions extérieures ne provoquent que des variations minimales du milieu intérieur de l'organisme. Si l'équilibre est rompu et que les mécanismes homéostatiques se révèlent incapables de le rétablir, l'organisme peut tomber malade et même mourir. Plusieurs appareils sont impliqués dans cet équilibre :

- Appareil respiratoire ;
- Appareil excréteur ;
- Appareil cardio-vasculaire.

3.2.1. Conformité et régulation

Animaux conformes ou non régulateurs : Modifications internes en parallèles aux changements des conditions externes. Ex : Echinodermes (Etoile de mer *Asterias*) : osmoconforme ; Vers annélides : oxyconformes

Animaux régulateurs : Pour réguler le milieu intérieur dans une large amplitude de variations du milieu externe, ils utilisent :

- Mécanismes chimiques ;
- Physiologiques ;
- Comportementaux.

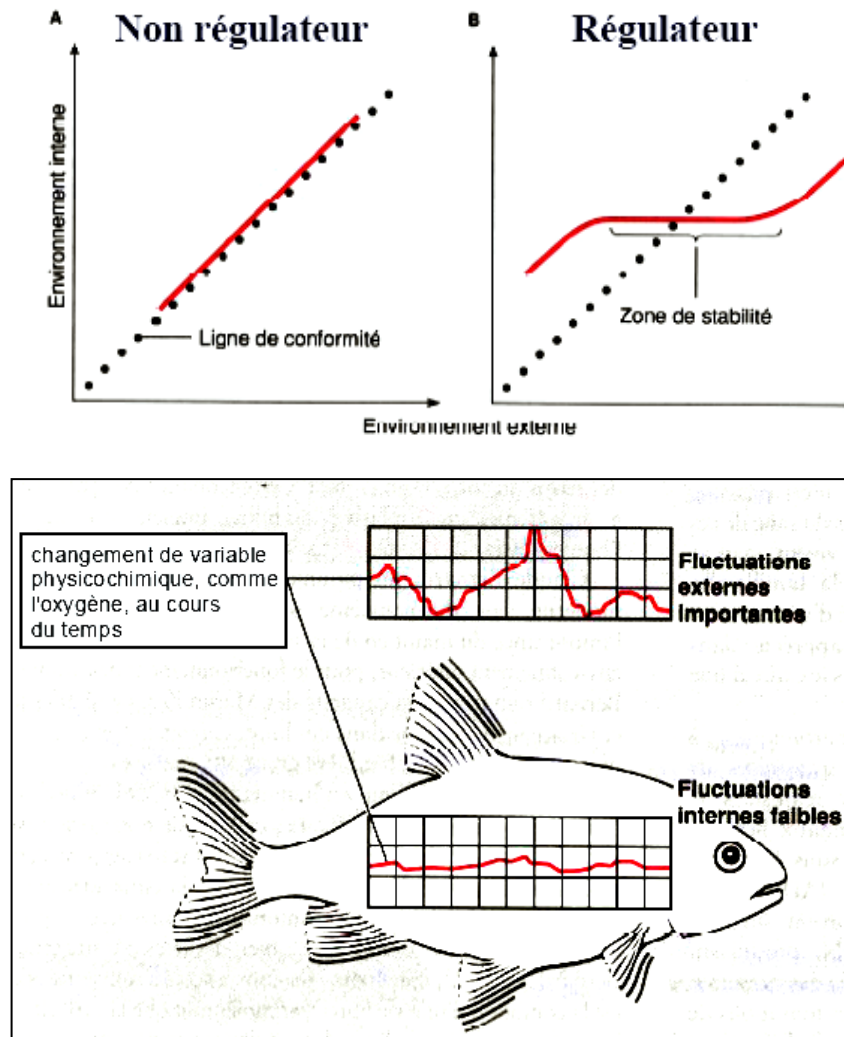


Figure .1. Fluctuations environnementales et fluctuations physiologiques.

3.2.2. Rôle du milieu intérieur

Selon le modèle évolutif, on considère classiquement les animaux comme ayant évolué à partir d'ancêtres unicellulaires marins vers des métazoaires de plus en plus complexes ayant envahi les différents milieux aquatiques et terrestres.

3.2.3. Intérêt physiologique de l'équilibre du milieu intérieur

L'acquisition de ce milieu intérieur est d'un grand intérêt physiologique. Il va servir de :

1/ système tampon entre le milieu extérieur et les cellules, protégeant celles-ci de modifications trop rapides des caractéristiques de ce milieu.

2/ Isoler les cellules du milieu extérieur (espèces les plus évoluées), les baignant dans un milieu propre dont la composition pourra être régulée et donc maintenue constante.

3/ système d'apport (transport) aux cellules. Ce système devient de plus en plus efficace avec la mise au point et l'évolution des systèmes circulatoires.

3.2.4. Volumes des milieux intérieurs

Les différents types de milieux occupent des volumes relativement différents en fonction des organismes considérés. Une série de mesures sont reprises à titre exemplatif dans le tableau suivant:

- 1/ Le volume des liquides extratissulaires est généralement nettement plus élevé chez les invertébrés que chez les vertébrés. En fait, on note, avec l'évolution, une tendance à la diminution du volume total de l'ensemble des liquides extratissulaires et extracellulaires par rapport au volume du liquide intracellulaire. Il facilite largement le contrôle de l'osmolarité des liquides extérieurs aux cellules et dès lors le contrôle du volume de ces cellules ;
- 2/ Au niveau des tissus, le volume de l'espace extracellulaire représente en général 20 à 30 % du volume liquide total. Le liquide intracellulaire représente donc 70 à 80 % de ce volume.
- 3/ La teneur en eau totale varie en général entre 70 et 85 % du poids frais de l'animal. Elle peut être plus élevée, allant jusqu'à 98 % chez certaines espèces comme les méduses.

3.3. Osmorégulation et excrétion

3.3.1. Les organes d'osmorégulation

Les organes impliqués dans l'osmorégulation sont :

- Le **tractus digestif** qui peut être une source de gains d'eau et d'ions à un bout et une source de perte d'eau et d'ions à l'autre.
- Les **systèmes dits rénaux** (néphridies de la plupart des invertébrés, tubules de Malpighi des insectes, néphrons des vertébrés). Ces systèmes sont toujours une source de perte d'eau et d'ions.
- Des d'organes particuliers servant plus ou moins spécifiquement au transport actif d'ions. Ils peuvent être selon le cas une source de gain ou de perte. Il s'agit des branchies des crustacés hyperosmorégulateurs et des poissons téléostéens, de la peau des amphibiens, des glandes rectales des sélaciens ou encore des glandes nasales, linguales ou sub-linguales des reptiles et des oiseaux. Ces glandes sont encore appelées "glandes à sel" ou "organes extra-rénaux".
- Les téguments externes qui sont le siège de l'essentiel des mouvements diffusionnels. Ils peuvent être la source de pertes ou de gains d'eau et d'ions.

3.3.2. Osmorégulation chez les animaux aquatiques

3.3.2.1. Les espèces isoosmotiques

Ces espèces sont toutes marines. Leur sang est en effet isoosmotique à l'eau de mer extérieure et les effecteurs osmotiques majeurs sont les mêmes dans les deux milieux (Na^+ , Cl^-).

3.3.2.2. Les espèces hypoosmotiques

Concerne tous les vertébrés marins. L'osmolarité du sang est largement inférieure à celle du milieu extérieur. Ces animaux ont une concentration en NaCl sanguine largement inférieure à celle du milieu extérieur. Il faudra donc combattre une tendance permanente à la déshydratation. Chez la plupart de ces espèces, la balance hydrique est réalisée par :

- La boisson ; La prise de nourriture.

3.3.2.3. Les espèces hyperosmotiques

Ce groupe comprend toutes les espèces d'eau douce ainsi que la plupart des animaux euryhalins, lorsqu'ils sont en milieu dilué, les hyperosmotiques auront à faire face à des gains d'eau et des pertes de NaCl. Les espèces d'eau douce boivent donc en général très peu ou pas pour limiter leurs entrées d'eau.

3.3.2.4. Les hyper – hypoosmorégulateurs

Concerne certaines espèces euryhalines, essentiellement des poissons mais aussi quelques crustacés, peuvent maintenir une osmolarité sanguine supérieure à celle du milieu extérieur lorsqu'il est dilué et inférieure à celle-ci, lorsque le milieu est concentré. Ces espèces auront donc les problèmes des hyperosmorégulateurs en eau douce et ceux des hypoosmorégulateurs en eau de mer. Les solutions apportées seront celles déjà décrites pour ces deux groupes. Ainsi une anguille ou un saumon par exemple boiront nettement moins en eau douce qu'en eau de mer. Ils produiront par contre une urine plus abondante en milieu dilué qu'en milieu concentré.

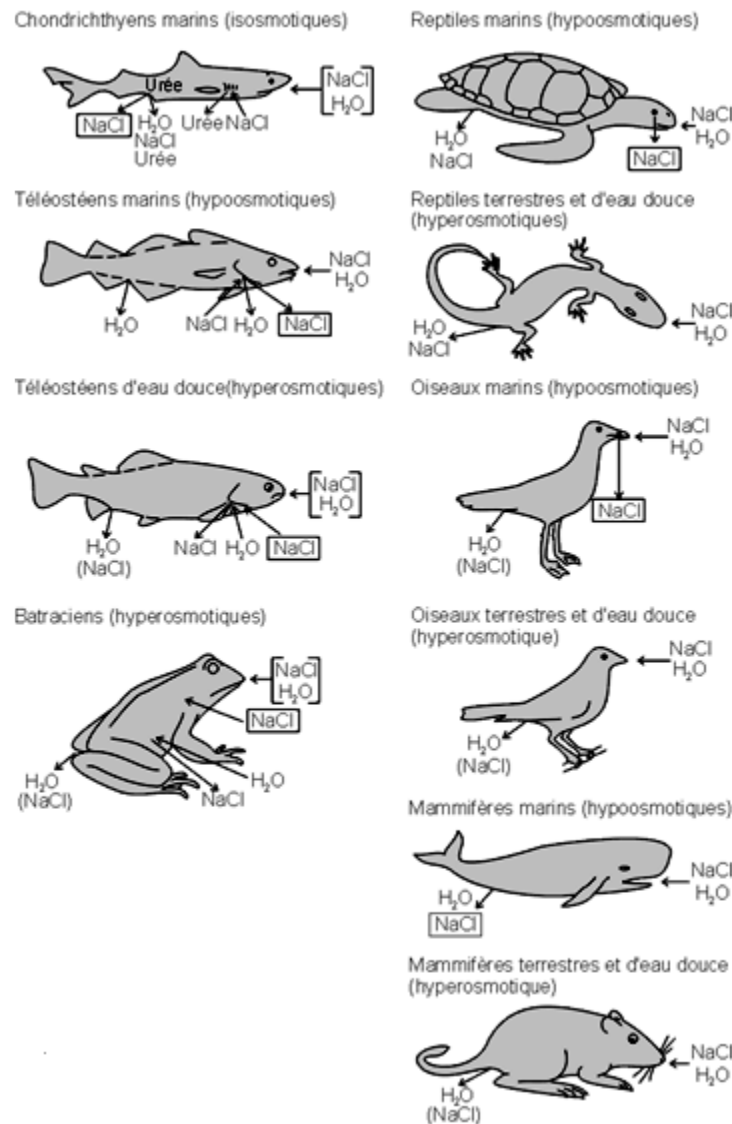


Figure .2. Relations osmotiques chez les vertébrés : apports alimentaires, les animaux ne boivent pas ou peu. NaCl : mouvements actifs (NaCl) : réabsorption rénale. Colonne de gauche : animaux à perméabilité tégumentaire élevée. Colonne de droite : animaux à perméabilité tégumentaire basse.

3.3.3. Osmorégulation chez les animaux terrestres

3.3.3.1. Excrétion et économie d'eau

Lors de l'élimination des produits du métabolisme (H_2O , CO_2 et des composés renferment du N), le CO_2 ne cause pas de difficultés particulières. Il est libéré au cours de la respiration. En revanche, l'excrétion des métabolites contenant de l'azote issu du métabolisme protéique, pose un problème sérieux avant tout chez les animaux terrestres : d'une part, il s'agit de mettre suffisamment d'eau à disposition pour dissoudre ce type de métabolite, d'autre part il

s'agit aussi de réduire au maximum l'eau fournie. C'est la raison pour laquelle, sur le plan fonctionnel, excrétion et économie d'eau sont étroitement couplées.

3.3.3.2. Mécanismes régulateurs

La résistance à la perte d'eau est un facteur limitant de la pénétration des espèces en milieu terrestre. Les pertes d'eau varieront avec :

- **L'évapo-transpiration:** Pour un même type de tégument, l'évaporation sera d'une part fonction du rapport surface/volume de l'animal considéré. Dans les mêmes conditions, un petit animal perdra plus d'eau qu'un gros par unité de poids.
- **La nature du tégument:** l'épaisseur et la couverture de la peau des animaux limitent les pertes d'eau chez l'animal;
- **Les conditions extérieures** (température, degré hygrométrique, vitesse du vent).
- **Le comportement** : l'importance de ces paramètres fait que, chez les animaux à perméabilité élevée, le comportement intervient de façon souvent prépondérante dans la survie en milieu terrestre. Chez les animaux bien adaptés, la perméabilité à l'eau des surfaces tégumentaires est en général très basse, de l'ordre de 50 à 100 fois inférieure à celle des autres