

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi -Bordj Bou Arreridj-
Faculté des sciences de la Nature et de la Vie et des sciences de la Terre et de l'Univers

La spécialité: Master 01 *Biodiversité et Environnement*

MODULE :

**Ecophysiologie des êtres vivants (La partie
Animale)**

Année universitaire :2019-2020

Chapitre 01: Osmorégulation et régulation hydrique

I-Généralités

Organisme vivant principalement constituée d'eau, Il nécessite de maintenir constant le volume d'eau et la concentration des différents solutés => constance du milieu intérieur nécessaire aux fonctions vitales.

Différence de concentrations entre milieu extérieur et milieu intérieur ont tendances a s'estompé par :

- ✓ **Diffusion/ Osmose**

Pour limiter ces perturbations :

- ✓ diminuer la perméabilité,
- ✓ diminue le gradient de [C] entre l'intérieur et l'extérieur.

L'Osmorégulation est l'ensemble des processus qui interviennent dans la régulation de la concentration en sels dissous dans les fluides internes d'un être vivant.

Osmorégulation fonction physiologique qui maintient constant le gradient de [C] entre milieu intérieur et environnement, elle est associée à d'autres fonctions physiologiques, principalement à l'excrétion

Comme nous venons de le signaler, les problèmes générés par l'existence de gradients osmotiques et ioniques entre les milieux extérieurs et intérieurs concernent essentiellement la régulation de pertes ou de gains d'eau et de pertes ou de gains de Na^+ et Cl^- .

Les systèmes impliqués dans le maintien de ces gradients ainsi que dans la régulation de ces gains et pertes vont faire intervenir des phénomènes d'entrée et de sortie faisant eux-mêmes intervenir des mécanismes actifs et passifs.

Les phénomènes '**passifs**' concernent les mouvements diffusionnels d'eau, de Na^+ et Cl^- .

Des phénomènes "**actifs**" consommant de l'énergie s'opposent à ces mouvements passifs. Ils interviennent dans le transport contre gradient des ions Na et Cl.

II-Les organes d'Osmorégulation

Les phénomènes impliqués, qu'ils soient actifs ou passifs, ne concernent finalement qu'un nombre limité de structures. Il y a tout d'abord :

- a) **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.
- b) **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.

Il y a aussi une série 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 :

- c) Des **branchies** des crustacés hyperosmorégulateurs et des poissons téléostéens,
- d) **La peau** des amphibiens,
- e) Des **glandes nasales, linguales ou sublinguales** des reptiles et des oiseaux. Ces glandes sont encore appelées "**glandes à sel**" ou "**organes extra-rénaux**".

f) Les **téguments** externes qui sont le siège de l'essentiel des mouvements diffusionnels.

Osmolarité sanguine: est la concentration d'un milieu.

Osmose: est le transfert d'une certaine quantité d'eau d'une solution qui est diluée (que l'on appelle alors hypotonique), vers une solution qui est concentrée (appelée hypertonique), au travers une membrane semi-perméable (qui est perméable à l'eau mais non aux grosses molécules de cette solution).

III-Animaux sténohalins et euryhalins

Nous avons jusqu'à présent considéré des animaux vivants dans un milieu bien défini, stable et n'en sortant pas. Les problèmes osmotiques et donc d'osmorégulation peuvent devenir plus complexes chez les espèces aquatiques dites **euryhalines**, qui peuvent soit changer de milieu comme certains poissons (anguilles, saumons) ou crustacés (crabe bleu, crabe chinois), soit supporter des modifications de la salinité de leur milieu extérieur (divers mollusques, vers, crustacés ou poissons vivant dans les régions littorales ou d'estuaires). Chez ces espèces, l'osmolarité du milieu extérieur peut varier très largement (entre l'eau douce et l'eau de mer et parfois l'eau de mer concentrée par évaporation). Dans ces conditions, l'osmolarité sanguine peut évoluer de différentes manières en fonction des espèces considérées.

Dans ce cadre, nous devons considérer des animaux dits osmoconformes, hyperosmorégulateurs et hyper-hypoosmorégulateurs.

Un organisme **sténohalin** se dit d'un organisme incapable de supporter de grandes variations de salinité, et ne tolère que de faibles variations de la concentration en sel du milieu aquatique. En biologie, une espèce sténohaline est l'opposé antonyme d'une espèce euryhaline.

Euryhalin : grandes tolérances aux variations de salinités.

Sténohalin : pas ou peu de tolérance aux variations de salinités.

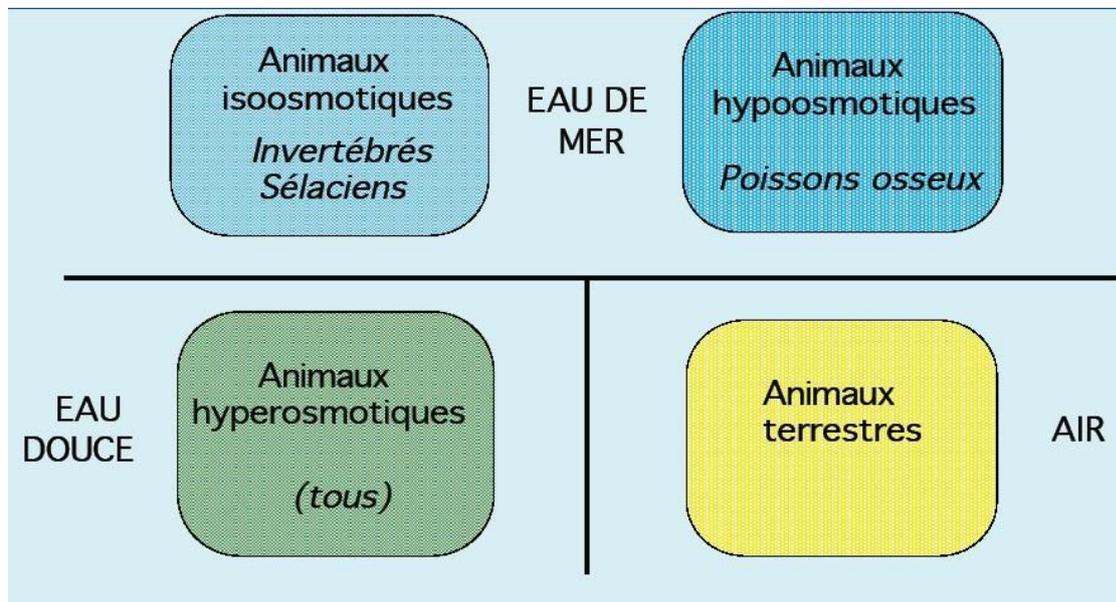
Les osmoconformes: sont tous marins. Chez eux le sang a toujours la même osmolarité que le milieu extérieur. Il s'agit des mollusques, de certains vers et crustacés.

Les hyperosmorégulateurs: sont soit marins soit d'eau douce. Chez eux le sang peut être maintenu à une valeur supérieure à celle du milieu extérieur lorsque cette dernière est basse. Il s'agit de la plupart des crustacés marins et de certains vers marins. Tous les invertébrés d'eau douce sont hyperosmorégulateurs.

Les hyper-hypoosmorégulateurs: sont comme les précédents, soit marins soit d'eau douce. Chez eux le sang est maintenu à une osmolarité supérieure à celle du milieu extérieur lorsque cette dernière est basse; il est par contre maintenu à une osmolarité inférieure à celle du milieu extérieur lorsque cette dernière est élevée. On retrouve dans ce groupe tous les vertébrés aquatiques à partir des poissons téléostéens (poisson osseux) ainsi que quelques crustacés. Leurs problèmes seront ceux des hyperosmorégulateurs lorsqu'ils sont en milieu dilué et ceux des hypo-osmorégulateurs lorsqu'ils sont en milieu concentré.

A la limite, l'osmolarité du sang peut rester constante quelles que soient les conditions extérieures. On parlera alors d'**homéosmotité**. Les oiseaux et les mammifères sont homéosmotiques

Nous allons donc envisager les mécanismes d'osmorégulation en fonction des problématiques particulières auxquelles les animaux ont à faire face. Dans ce cadre, nous distinguerons, comme nous l'avons dit, les animaux terrestres et les animaux aquatiques iso, hypo ou hyperosmotiques.



IV-Osmorégulation chez les animaux aquatiques

Comme nous l'avons signalé dans la section précédente, nous allons distinguer ici les animaux isosmotiques, ceux pouvant effectuer une hyperosmorégulation et ceux pouvant faire de l'hypoosmorégulation.

1-Les espèces isosmotiques

Ces espèces sont toutes marines, elles peuvent être divisées en deux groupes :

1-Le premier comprend l'essentiel des invertébrés marins mis à part quelques crustacés.

2-Le second comprend les chondrichthyens (poissons cartilagineux), sélaciens et chimères.

Les espèces du premier groupe n'ont guère de problèmes d'osmorégulation. Leur sang est en effet isosmotique à l'eau de mer extérieure et les effecteurs osmotiques majeurs sont les mêmes dans les deux milieux (Na^+ , Cl^-).

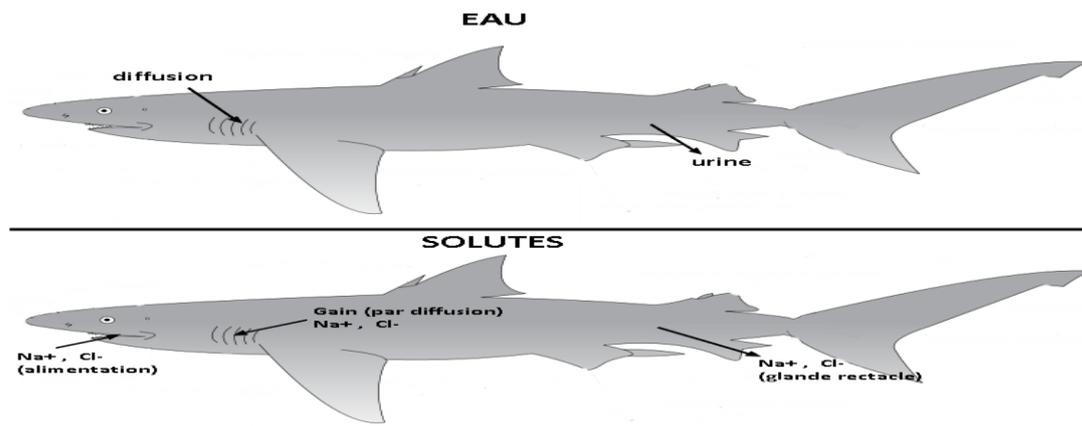
Les espèces du second groupe n'auront guère de problèmes de balance hydrique, leur sang étant isosmotique au milieu extérieur. L'osmorégulation va porter ici sur une régulation de pertes diffusionnelles d'urée et de gains de NaCl .

Les poissons cartilagineux comme les requins, sont légèrement hypertoniques par rapport à l'eau de mer parce qu'ils retiennent une grande quantité d'urée dans leurs tissus.

Les pertes d'urée seront limitées par une réabsorption au niveau rénal. Elles seront compensées par une synthèse, via le cycle de l'urée, au niveau hépatique et rénal. Les chondrichthyens paraissent être les seuls animaux capables d'effectuer une réabsorption rénale active d'urée importante. Le mécanisme impliqué reste à l'heure actuelle totalement inconnu. Il est très efficace. On a en effet pu démontrer que chez *Squalus acanthias* plus de 90 % de l'urée filtrée au niveau du rein est réabsorbée (urée filtrée: 1225 mmol/kg.h - urée excrétée: 115 mmol/kg.h).

Pour contrôler les gains de NaCl , ces espèces boiront peu, limitant ainsi une voie d'entrée importante. Un peu du NaCl en excès sera éliminé avec les urines qui sont isotoniques au sang. Ces mécanismes ne

suffisent évidemment pas à contrebalancer les entrées par diffusion et l'excès de NaCl doit être éliminé par des organes sécréteurs au niveau des glandes rectales "Glandes à sel".



2-Les espèces hypoosmotiques

On retrouvera dans ce groupe tous les vertébrés marins à partir des poissons téléostéens ainsi que quelques crustacés marins. Ces animaux ont une concentration en NaCl sanguine largement **inférieure** à celle du milieu extérieur. Il leur faudra donc limiter les gains diffusionnels et les contrebalancer par excrétion active. De plus, l'osmolarité du sang est également largement inférieure à celle du milieu extérieur. Il faudra donc combattre une tendance permanente à **la déshydratation**. Cette tendance sera plus ou moins importante suivant les caractéristiques de perméabilité des téguments extérieurs. Chez la plupart de ces espèces, la tendance à la perte d'eau sera compensée par la boisson. Certaines espèces boivent donc beaucoup; c'est le cas des poissons téléostéens, chez d'autres espèces cependant ou la perméabilité tégumentaire à l'eau est particulièrement faible, boire n'est plus une nécessité et la prise de nourriture peut suffire à procurer l'eau requise pour effectuer la balance hydrique. C'est semble-t-il le cas des mammifères marins qui boivent très peu. Les lions de mer californiens en captivité peuvent par exemple rester très longtemps (plusieurs semaines) sans boire, la balance hydrique étant effectuée uniquement à partir de la nourriture qui leur est donnée.

L'eau soit bue, soit ingérée avec ou contenue dans la nourriture sera transférée vers le sang au niveau intestinal. Ce processus est consécutif à un transport actif de NaCl de la lumière intestinale vers le sang. Le NaCl impliqué dans l'entrée d'eau va donc s'ajouter aux gains par diffusion via les téguments. Un peu de ce NaCl sera éliminé avec les urines. Ces urines sont cependant peu abondantes pour ne pas aggraver la perte d'eau. Elles sont par ailleurs au mieux isotonique au milieu extérieur en NaCl, sauf chez les mammifères marins. L'élimination par cette voie ne sera donc pas suffisante, sauf chez les mammifères.

L'essentiel des hypoosmotiques marins va donc utiliser des glandes sécrétrices "extra-rénales" pour éliminer l'excès de NaCl. Comme chez les sélaginiens, il s'agit d'organes pouvant réaliser un transport actif de NaCl contre gradient. Cette excrétion active de NaCl aura lieu au niveau des branchies chez les poissons et au niveau de glandes dites "à sel", linguales, sub-linguales ou nasales chez les reptiles et les oiseaux. reprend à titre d'exemple.

Chez les mammifères marins, c'est le rein qui va se charger de l'excrétion de l'excès de NaCl. Le rein de ces espèces, contrairement à celui de toutes les autres, est en effet capable de produire une urine très hypertonique au sang en NaCl. La baleine peut par exemple produire une urine dont la concentration en Cl⁻ atteint plus de 800 mmol/l alors que le sang est à quelque 145 mmol/l. Chez les autres mammifères la capacité de concentration du rein en NaCl est nettement moins élevée, ce qui les rend incapables d'effectuer une balance hydrique positive à partir de l'ingestion d'eau de mer.

3-Les espèces hyperosmotiques

Ce groupe comprend toutes les espèces d'eau douce ainsi que la plupart des animaux euryhalins (sauf osmoconformes) lorsqu'ils sont en milieu dilué. Les hyperosmotiques auront à faire face à des gains d'eau et des pertes de NaCl.

Les entrées d'eau seront d'autant plus importantes que la perméabilité à l'eau des téguments est élevée. Les vertébrés à partir des reptiles ont conservé la perméabilité tégumentaire basse. Leurs problèmes hydriques seront donc moins importants que ceux des invertébrés, des poissons et des amphibiens vivant en eau douce. Les espèces d'eau douce boivent donc en général **très peu** ou pas du tout de façon à limiter leurs entrées d'eau. Elles forment par ailleurs **une urine abondante** pour éliminer l'eau entrant essentiellement par diffusion via les surfaces tégumentaires.

En ce qui concerne les pertes diffusionnelles de NaCl, elles seront limitées par la production d'une urine très hypotonique au sang en NaCl. Tous les animaux d'eau douce sont capables d'effectuer une réabsorption de NaCl au niveau rénal. C'est également le cas des poissons euryhalins. Seuls les invertébrés marins euryhalins paraissent incapables de produire une urine peu concentrée en NaCl. Ces pertes seront compensées par les apports alimentaires lorsqu'elles ne sont pas trop importantes. C'est le cas chez les espèces ayant une perméabilité tégumentaire basse (reptiles, oiseaux, mammifères, insectes). Chez les crustacés ainsi que chez les poissons et les amphibiens, la perméabilité tégumentaire est élevée et les apports alimentaires ne suffisent pas. Ces espèces doivent en fait "pomper" activement des ions Na^+ et Cl^- dans le milieu extérieur pour assurer leur balance ionique. Ce sont les branchies qui effectuent ce travail chez les crustacés et les poissons. Chez les amphibiens le transport d'ions est assuré par la peau.

4-Les hyper – hypoosmorégulateurs

Comme nous l'avons déjà signalé, 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. Les branchies seront impliquées soit dans une expulsion de NaCl en eau de mer soit dans un pompage de NaCl en eau douce. Ce résultat n'est pas obtenu par inversion du mécanisme de transport; l'ion activement transporté par les branchies des animaux en eau douce est le Na^+ . Il s'agit du Cl^- chez les animaux en eau de mer. Lors du passage de l'eau de mer à l'eau douce, les mécanismes de transport du Na^+ sont activés alors que ceux responsables du transport de Cl^- sont inhibés. L'inverse se produit lors de la migration inverse. Il semble également que, chez les poissons du moins, le passage en eau douce puisse induire une diminution de perméabilité à l'eau et aux ions des surfaces tégumentaires.

V-Osmorégulation chez les animaux terrestres

Les animaux terrestres auront à faire face à des pertes d'eau et de NaCl. Un des aspects essentiels de la vie terrestre est le danger de déshydratation. Deux embranchements animaux seulement ont réussi pleinement leur adaptation au milieu terrestre. Il s'agit des arthropodes et des vertébrés, à partir des reptiles. On rencontre bien quelques mollusques. La plupart des invertébrés autres qu'arthropodes de même que les vertébrés inférieurs aux reptiles n'arrivent à se maintenir en milieu terrestre que par le choix d'un habitat suffisamment humide. Ces espèces ont en général une perméabilité tégumentaire élevée et donc peu de résistance à la perte d'eau.

La résistance à la perte d'eau est donc un facteur limitant de la pénétration des espèces en milieu terrestre. 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. Les pertes d'eau varieront d'autre part considérablement avec les conditions extérieures (température, degré hygrométrique, vitesse du vent). 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. Ces espèces pourront donc rester dans un air sec et chaud plus longtemps que les autres. Les adaptations comportementales n'en sont pas moins importantes pour autant.

Les pertes d'eau auront lieu via les surfaces tégumentaires, les urines et les fèces ainsi que via des sécrétions spécialisées (glandes sudoripares, lacrymales, etc...) ou encore via les surfaces respiratoires (les échanges gazeux se faisant toujours en milieu aqueux, l'air au niveau des épithéliales respiratoires ainsi que l'air exhalé sont saturés en eau. La perte via les surfaces respiratoires et tégumentaires représente en gros de 60 à 80 % des pertes totales, les pertes respiratoires intervenant dans ce total pour 20 à 40 %. Les pertes via les fèces et les urines ne représentent donc en général que 20 à 40 % des pertes totales. Les animaux terrestres auront en général des fèces peu hydratés et une urine peu abondante, très concentrée. Chez certaines espèces, le type d'excrétion azotée évolue, passant de l'ammoniacque à l'urée ou à l'acide urique en fonction de la disponibilité en eau, pour permettre une concentration maximale des urines. Certains insectes peuvent ainsi produire des excréta plus secs que l'air dans lequel ils vivent. Tous les animaux terrestres seront en fait caractérisés par une capacité importante de récupération d'eau au niveau rénal.

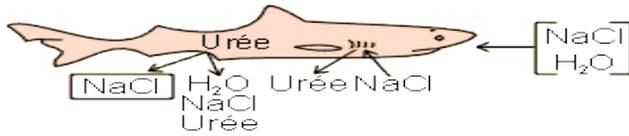
Les pertes de NaCl auront lieu via l'excrétion. Chez certaines espèces, des glandes spécialisées vont intervenir de façon non négligeable dans ces pertes. C'est par exemple le cas des glandes sudoripares chez les animaux utilisant la transpiration comme moyen de thermorégulation. Ces pertes sont largement limitées par la capacité, généralisée chez les animaux terrestres, à former une urine largement hypotonique au sang en NaCl.

Les gains en eau et en NaCl seront assurés essentiellement par l'alimentation (boisson et nourriture). Certains arthropodes disposent par ailleurs de mécanismes particuliers leur permettant d'absorber la vapeur d'eau de l'air ambiant lorsque l'humidité relative est de 70 % ou plus. Ces mécanismes restent à l'heure actuelle assez mal connus. Chez certaines espèces les pertes d'eau sont suffisamment limitées pour qu'un accès à l'eau libre (boisson) ne soit pas indispensable à la réalisation de la balance hydrique.

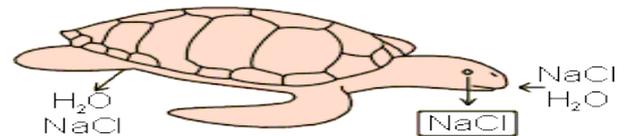
Des rats kangourou, *Dipodomys spectabilis*, ont par exemple été maintenus plus d'un mois sans accès à l'eau avec pour toute alimentation des graines de céréales ne contenant que 6 % d'eau. L'essentiel de la balance hydrique est assuré dans ces conditions par de l'eau métabolique provenant de l'oxydation des métabolites de la graine.

Dans bien des cas, l'eau n'est pas toujours accessible librement. Certaines espèces n'auront accès à l'eau que périodiquement (climats désertiques). Bon nombre d'animaux terrestres, invertébrés comme vertébrés, font montre dans ce cadre, d'une certaine capacité à supporter des variations non négligeables d'osmolarité sanguine et donc à survivre à une certaine déshydratation. Nombre d'invertébrés, crabes et insectes, pourront ainsi supporter des pertes de 20 à 50 % de leur eau corporelle, parfois plus, sans problème apparent. Il en va de même chez les reptiles et amphibiens qui pourront aller ainsi jusqu'à 60 % de perte. Même chez les mammifères, classiquement considérés comme homéosmotiques, certaines espèces désertiques (chèvres, chameaux) pourront supporter des pertes de 20 à 35 % de leur eau corporelle. Dans ces situations, comme dans bien d'autres, la survie devient essentiellement dépendante de la capacité des cellules à supporter des modifications d'osmolarité de leur milieu environnant.

Chondrichthyens marins (isosmotiques)



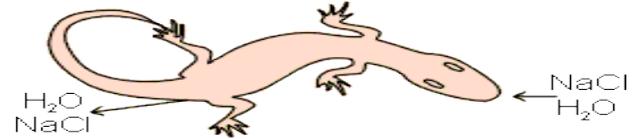
Reptiles marins (hypoosmotiques)



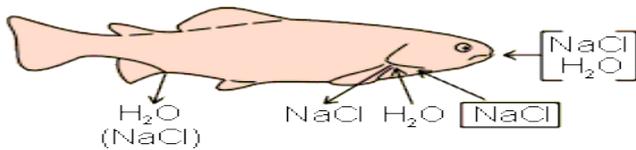
Téléostéens marins (hypoosmotiques)



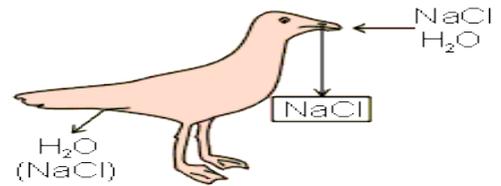
Reptiles terrestres et d'eau douce (hyperosmotiques)



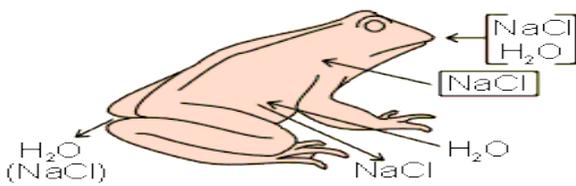
Téléostéens d'eau douce (hyperosmotiques)



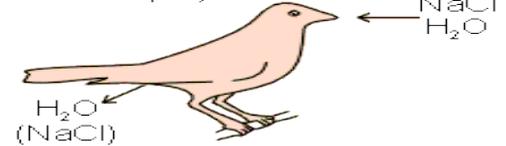
Oiseaux marins (hypoosmotiques)



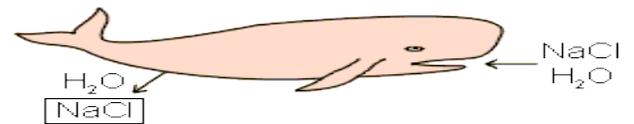
Batrachiens (hyperosmotiques)



Oiseaux terrestres et d'eau douce (hyperosmotique)



Mammifères marins (hypoosmotiques)



Mammifères terrestres et d'eau douce (hyperosmotique)

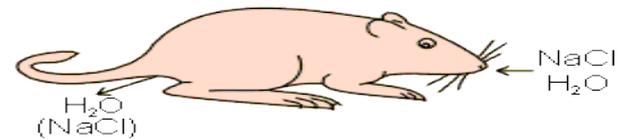


Figure 1-12: Relations osmotiques chez les vertébrés. [] : apports alimentaires, les animaux ne boivent pas ou peu. [NaCl] : mouvements actifs. (NaCl) : réabsorption rénale. Colonne de gauche: animaux à perméabilité tégumentaire élevée. Colonne de droite: animaux à perméabilité tégumentaire basse.

Chapitre 02:Thermorégulation

Généralité

La température est un facteur limitant important des activités biologiques. Des températures intracellulaires trop basses freinent les interactions moléculaires alors que des températures trop élevées peuvent provoquer des modifications d'organisation des macromolécules incompatibles avec leurs activités.

En général, les activités cellulaires s'effectuent avec plus ou moins d'efficacité entre 0 et 45 °C, les optimums de fonctionnement, variables avec les espèces se situant entre 2 et 40 °C.

La température au niveau cellulaire chez un animal résulte d'une balance entre des gains et des pertes de chaleur provenant de sources externes ou internes. Les pertes de chaleur (thermolyse) iront toujours de l'animal vers l'extérieur. Elles feront par radiation, convection et conduction. Les gains, eux, peuvent provenir soit de l'extérieur soit de l'organisme lui-même étant alors dérivés de l'activité métabolique, on parlera dans ce cas de gain par thermogénèse.

Ecto-et endothermes

Chez la plupart des espèces, la chaleur dérivée du métabolisme est faible, insuffisante pour assurer une balance thermique qui sera des lors fonction des apports extérieurs. On parlera dans ce cas d'animaux **ectothermes**.

Les espèces chez lesquelles la production de chaleur est suffisante (oiseaux et mammifères), seront par contre appelés **endothermes**. Dans différents cas, la production de chaleur métabolique peut être suffisante dans certaines conditions et pas dans d'autres: les animaux seront alors qualifiés **d'hétérothermes**.

Homéo-et poïkilothermes

Les ectothermes sont essentiellement poïkilothermes (poïkilothermes, hétérothermes) leur température interne suit un effet généralement la température extérieure plus ou moins près. Dans certains cas cependant, la thermogénèse peut être suffisante pour assurer le maintien, à certains endroits bien déterminés (muscles importants, cerveau), d'une température nettement plus élevée que celle du milieu extérieur. Cette hétérothermie particulière met en jeu des mécanismes de « thermorégulation localisée ».

L'hétérothermie se rencontre également chez différents endothermes placés dans des endroits extrêmes dans lesquelles il leur est impossible de maintenir une température corporelle adéquate. Celle-ci va alors diminuer ou augmenter, entraînant chez les animaux des réactions particulières: hibernation, estivation, torpeur.

Seuls les oiseaux et les mammifères sont endothermes. Ces animaux disposent par ailleurs en général de différents moyens de régulation de leurs gains et de leurs pertes de chaleur qui leur permettent d'accéder dans la plupart des cas à l'indépendance thermique en gardant une température interne proche d'une constante. Ils seront qualifiés dans ce cadre d'homéothermes parce que ils ont des couches isolantes particulièrement efficaces.

En général, oiseaux et mammifères maintiennent une température interne comprise entre 35 et 40 °C, soit supérieure aux températures le plus souvent enregistrées dans les milieux extérieurs. Ils furent donc qualifiés dans ce contexte d'animaux à sang chaud. Par opposition, les autres essentiellement ectothermes, furent appelés animaux à sang froid. Un lézard ou une araignée, poïkilothermes, peuvent en effet avoir dans le désert un sang plus chaud qu'un homéotherme. Certains poissons ou insectes au

métabolisme élevé, bien qu'ectothermes, peuvent montrer un haut degré d'endothermes dans des conditions où les pertes de chaleur ne sont pas trop importantes.

Sténo-et eurythermes

Les endothermes, oiseaux et mammifères, supportent en général assez bien des variations de températures au milieu extérieur relativement larges.

Ils peuvent donc être considérés comme physiologiquement eurythermes. La plupart des espèces feront cependant montre d'un préférendum thermique relativement précis, ne variant en général que de quelques degrés, cette catégorie correspond à la température extérieure à laquelle l'animal « se sent » le mieux; terme difficile à définir mais qui chez les homéothermes, fait intervenir de façon importante la notion de dépense métabolique minimum pour assurer le maintien de la température corporelle optimale. Ce préférendum thermique peut varier chez une espèce donnée avec l'acclimatation ou la saison.

Chez les ectothermes, l'activité métabolique est directement fonction de la température extérieure, la température corporelle variant avec celle-ci. Ces animaux seront donc beaucoup plus directement affectés par les variations de température que les endothermes. Certains sont cependant eurythermes et peuvent supporter des changements assez larges de température en ne montrant qu'une phase d'adaptation de courte durée (15 à 20 °C chez truites par exemple). D'autres ne supporteront que de très faibles variations, une modification de quelques degrés pouvant entraîner la mort par choc thermique.

Les limites de tolérance de ces espèces sténothermes sont absolument variables, dépendant toujours du milieu dans lequel elles vivent.

Conclusion

La température extérieure peut devenir peu compatible avec des activités cellulaires optimales, étant soit trop basse soit trop élevée. Différentes stratégies ont dès lors été mises au point au cours de l'évolution pour palier ce problème. Les relations que les animaux établissent avec leur environnement thermique sont nombreuses et complexes. Dans bon nombre de cas, particulièrement chez les ectothermes, elles restent de plus mal comprises.

Les relations thermiques chez les animaux font par ailleurs intervenir des nombreux aspects comportementaux (fuite ou exposition à des milieux chauds ou froids par exemple) qui font participer de manière tout à fait significative à la balance thermique.

Chapitre 03 : Résistance à l'assèchement et à la salinité en milieu aquatiques temporaires (stress hydrique, salin thermique, hypoxique et anoxique),

La biologie des environnements aquatiques dépend de facteurs physiques tels que la lumière, la température, les mouvements de l'eau et de facteurs chimiques tel que la salinité et l'oxygène.

La sécheresse peut résulter d'un manque de pluie. Elle survient lorsque la quantité de pluie est nettement inférieure aux normales saisonnières et cela, sur une assez longue période. Lorsque le manque de pluie survient en hiver ou au printemps, il empêche le bon remplissage des nappes phréatiques (« réserves » d'eau) qui s'effectue d'habitude à cette période de l'année. Au-delà du mois d'avril, l'eau de pluie est essentiellement absorbée par les plantes, en pleine croissance, ou s'évapore à cause de la chaleur. La sécheresse peut être accentuée par des températures élevées, notamment en été, qui provoquent un assèchement des sols et l'évaporation plus importante de l'eau disponible.

Toutes ces ressources en eau risquent d'être affectées par les effets du changement climatique. En effet, le réchauffement climatique (hausse des températures atmosphériques moyennes) entrainera une hausse des températures des cours d'eau, fleuves, lacs etc. avec des modifications tant sur les milieux aquatiques et en particulier les poissons et leurs activités (notamment les fonctions d'alimentation, de respiration et de déplacement), que sur la ressource en eau : réduction des débits hydrologiques, aggravation de la mauvaise qualité de l'eau, réduction des zones humides et de leur biodiversité,...

Les effets de la température sur les milieux aquatiques

L'élévation de la température dans les cours d'eau impacte de différentes façons les écosystèmes aquatiques :

- elle entraîne une modification de la physiologie de certains organismes comme les poissons en entraînant une limitation de leurs activités (notamment les fonctions d'alimentation, de respiration et de déplacement),
- elle fragilise certains organismes (stress thermique) qui pouvant mourir selon les températures atteintes et leur capacité de résistance. Ce stress thermique peut rendre l'organisme plus sensible à d'autres facteurs (pollution et pathogène notamment).
- elle induit une modification de certains équilibres biologiques (phénomènes d'eutrophisation : L'eutrophisation des milieux aquatiques est un déséquilibre du milieu provoqué par l'augmentation de la concentration d'azote et de phosphore dans le milieu. Elle est caractérisée par une croissance excessive des plantes et des algues, développement de cyanobactéries, augmentation de la virulence de certains agents pathogènes),
- elle entraîne des déséquilibres physico-chimiques : par exemple une diminution des concentrations d'oxygène dissous (jusqu'à l'**anoxie** parfois), paramètre clef de nombreux processus biologiques et de la survie des organismes vivants.

Un déficit hydrique : exprime la différence cumulée entre l'**évapotranspiration** potentielle et les **précipitations** pendant une période où ces dernières lui sont inférieures à la première. Généralement, les averses brutales viennent compenser un déficit hydrique.

Un **déficit en eau du sol** est un indice de mesure qui permet de faire la différence entre la capacité d'un champ, d'un sol, et son taux d'humidité réel.

Un déficit hydrique profond amène une sécheresse du sol: Lorsque le déficit hydrique dure longtemps, trop longtemps pour les êtres vivants, une sécheresse, pouvant donner un désert, en est le résultat, final ou temporaire. Elle concerne l'évaporation de l'eau (ou évapotranspiration) à la surface du sol pédologique, affaiblissant la biodiversité de l'écosystème biologique, et conduisant à la mort des espèces y vivant.

En biologie, le déficit hydrique, mesuré par un bilan hydrique, se traduit par une dessiccation (déshydratation) des cellules.



Les impacts du déficit hydrique

Les impacts du déficit hydrique sur les habitats et le fonctionnement des milieux aquatiques sont spécifiques à chaque contexte mais on constate globalement cinq conséquences possibles :

- la fragmentation des milieux aquatiques (ou la rupture de la continuité écologique) ;
- l'élévation de la température ;
- la modification de la qualité physico-chimique de l'eau ;
- la modification de la végétation aquatique ;
- l'assèchement des linéaires en cas de déficit extrême ;

Le manque d'eau peut conduire à la fragmentation des milieux aquatiques en rendant certains obstacles (naturels ou non) infranchissables ou en supprimant des connexions à des périodes critiques.

Les conséquences de cette fragmentation sont de :

- Limiter les déplacements des poissons et ainsi bloquer leur cycle de vie. Les poissons migrateurs doivent être en capacité d'atteindre leurs sites de ponte spécifiques pour se reproduire. De la même manière, une baisse des niveaux d'eau excessive au printemps et en été peut rendre de nombreux obstacles infranchissables pour les saumons et ainsi empêcher leur reproduction, particulièrement sur de grands axes comme celui de Loire-Allier, où une partie des saumons risque de ne pas pouvoir atteindre les zones fraîches de l'amont pour survivre pendant l'été.
- Concentrer les organismes dans certaines portions limitées de cours d'eau, à l'aval d'un seuil infranchissable par exemple, augmentant ainsi leur vulnérabilité (prédation, déficit d'oxygène).

Chapitre 04 : Le rythme biologique

Toutes les activités des êtres vivants se déroulent de façon périodique, en suivant des rythmes observables et mesurables. L'alternance quotidienne veille-sommeil, la reproduction saisonnière des végétaux (floraison) et des animaux, les migrations des oiseaux en sont des exemples évidents. Ces activités suivent les variations périodiques de l'environnement, l'alternance jour-nuit quotidienne, la succession des saisons au cours de l'année solaire.

L'étude descriptive et expérimentale des rythmes biologiques n'a pu se faire que lorsque des instruments de mesure fiables ont pu être utilisés, et en particulier des horloges précises.

Tous les êtres vivants - végétaux, animaux, êtres humains - sont soumis à des rythmes biologiques, c'est-à-dire à des phénomènes biologiques qui se répètent à intervalles réguliers dans le temps. On les appelle «**rythmes circadiens**» parce qu'ils sont synchronisés sur un jour soit **24 heures**.

Un **rythme biologique** est une variation régulière et involontaire d'une fonction physiologique, d'un métabolisme, d'une activité cellulaire ou tissulaire (force musculaire, mitoses), d'une sécrétion hormonale, Etc.

Les horloges circadiennes

La rythmicité des animaux, en particulier circadienne, repose sur le jeu de mécanismes physiologiques que l'on désigne globalement sous le nom d'horloge interne ou d'*horloge biologique*, qui permet de mesurer le temps et de donner l'heure. *Oscillateur* ou *pacemaker* sont utilisés comme synonymes. Cette horloge doit manifester certaines propriétés, à savoir : osciller sans recevoir d'information ni de signal extérieur ; conserver cette périodicité de façon stable et indépendante de la température ; être remise à l'heure et ajustée par des facteurs de l'environnement. Cette dernière propriété implique l'existence de voies d'entraînement, transmettant les signaux de l'environnement à l'horloge pour sa synchronisation. Dans la majorité des systèmes circadiens, une voie d'entrée d'entraînement par la lumière existe, dans la mesure où le cycle lumière-obscurité a un rôle synchronisateur dominant. Des voies de sortie doivent également être présentes, permettant à l'horloge d'exercer son contrôle rythmique au niveau physiologique et comportemental. Étant donné la diversité des pigments photosensibles, des mécanismes de phototransduction et des types de cellules photoréceptrices, l'entraînement par la lumière est très nettement différent d'un organisme à l'autre. La diversité est encore plus grande au niveau des voies de sortie ; on peut supposer que des centaines de voies différentes régulées par l'horloge existent, assurant aussi bien le contrôle de la photosynthèse chez les plantes que celui des rythmes physiologiques et comportementaux des animaux. Il est clair que les voies d'entrée et de sortie de l'horloge biologique sont spécifiques de chaque organisme, de chaque système. L'horloge qui gouverne la rythmicité circadienne a été la plus étudiée ; jusqu'à présent, la compréhension de ces différents niveaux n'est complète pour aucun modèle expérimental.

Définition générale

Un rythme circadien est un rythme biologique d'une durée de 24 heures environ, qui possède au moins un cycle par période de 24 heures. Le terme « circadien », inventé par Franz Halberg, vient du latin *circa*, « autour », et *dies*, « jour », et signifie littéralement cycle qui dure « environ un jour ».

Le rythme veille-sommeil est celui qui marque le plus nos vies quotidiennes. Il est présent chez la plupart voire la totalité des animaux, incluant les invertébrés. Le rythme circadien le plus visible chez les plantes concerne la position des feuilles et des pétales, qui se redressent ou s'ouvrent plus ou moins selon l'heure

de la journée. Des rythmes circadiens peuvent aussi s'observer chez des organismes unicellulaires, comme des moisissures et des cyanobactéries.

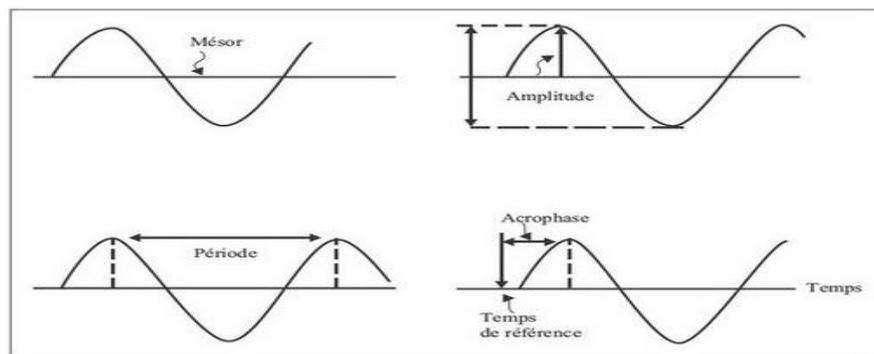
Au sens strict, les rythmes circadiens sont endogènes. Ils sont produits par des horloges biologiques, qualifiées elles aussi de circadiennes. Celles-ci « **tourment** » même en absence de tout stimulus extérieur, dans des conditions parfaitement constantes de lumière et de température.

L'étude formelle des rythmes biologiques est appelée chronobiologie.

Période d'un cycle circadien

La période d'un cycle circadien se décompose en 3 parties :

1. Un pic = **acrophase** ;
2. Un creux = **nadir** ;
3. Un niveau moyen = **mesor**.

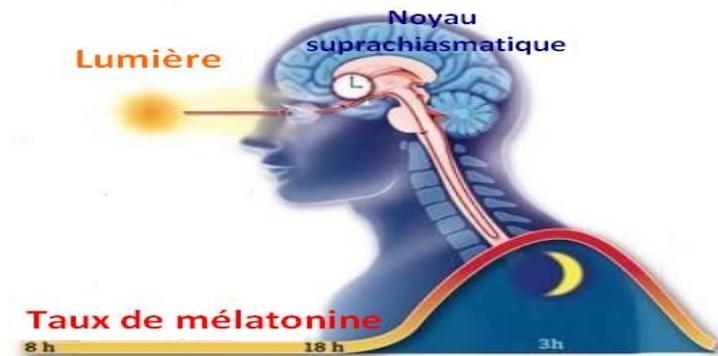


Physiologie

Le fonctionnement de l'horloge interne est attribué à la contribution des **noyaux suprachiasmatiques**, structures cérébrales situées dans l'**hypothalamus** et qui seraient le centre de contrôle du rythme circadien. L'expérience de Ralph et ses collaborateurs en 1990 a pu attester de cette fonction, en montrant que la greffe de noyaux suprachiasmatiques issus de hamsters avec des rythmes circadiens anormaux de 20 heures sur des hamsters qui avaient des rythmes normaux de 25 heures, provoquait des cycles de 20 heures chez les hamsters greffés.

Buijs et Kalsbeeken, en 2001, ont montré de plus que leur activité électrique suit une rythmicité circadienne ainsi que leur activité métabolique et biochimique. Ils sont aussi sensibles à l'alternance de la lumière. En effet, à partir des yeux, l'information lumineuse est recueillie par des **photorécepteurs** (cellules réceptrices de la rétine) spécifiques (différents des cônes et bâtonnets). Ce sont des cellules ganglionnaires qui répondent aux variations lentes des niveaux de la luminosité ambiante. Le photopigment découvert correspondant à ces photorécepteurs spécifiques est **la mélanopsine**. Ce sont des neurones qui traduisent le message lumineux en messages électriques (**potentiel d'action**) et qui sont transmis le long des voies rétino-hypothalamiques (**thalamus**). Ces voies suivent le **nerf optique** puis sortent des **chiasmata optiques** pour atteindre les noyaux suprachiasmatiques. Le **GABA** est le **neurotransmetteur** principal des neurones des noyaux suprachiasmatiques, mais ils sécrètent aussi un **neuromodulateur** : la **vasopressine**. Les **axones** de ces noyaux innervent de nombreuses régions : des régions proches de l'**hypothalamus**. En effet, la **transcription** de certains gènes peut comporter un rythme circadien. Les **microARN** sont susceptibles de jouer un rôle dans cette rythmicité.

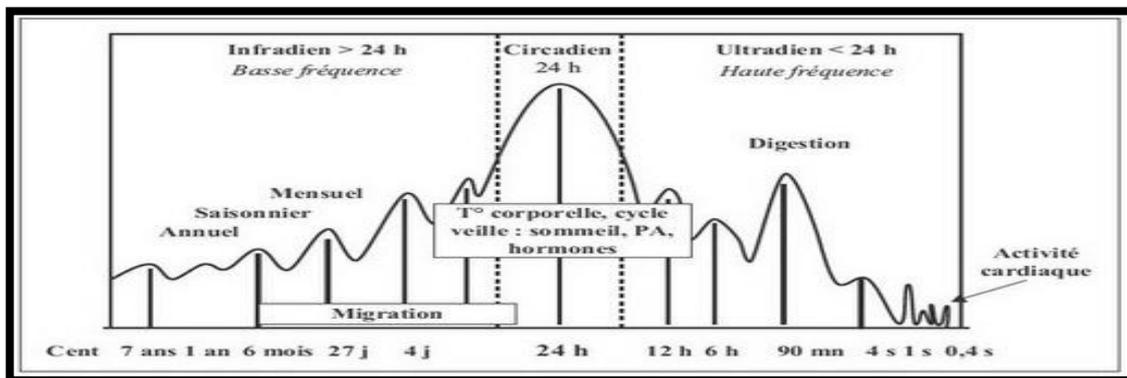
Les rythmes circadiens chez les mammifères sont sous la dépendance d'une horloge interne, le noyau **suprachiasmatique NSC** situé dans l'hypothalamus. Ils sont synchronisés par « les donneurs de temps » environnementaux, en particulier l'alternance lumière/obscurité dans laquelle la mélatonine joue un rôle particulier.



Facteurs d'influence

Le rythme circadien peut être perturbé par :

- un **décalage horaire** qui impose à l'organisme de resynchroniser son rythme circadien avec un nouveau rythme nyctéméral ;
- l'exposition nocturne à une **lumière artificielle** (notamment dans le cadre du travail de nuit), voire à une intense « **pollution lumineuse** » ;
- une alimentation riche en **graisses**, qui perturbe le sommeil en troublant le rythme circadien de production d'**adiponectine** ; l'**hormone** synthétisée au sein du **tissu adipeux**. Cette hormone joue un rôle important pour le stockage des **lipides** en régulant la combustion des graisses via une augmentation de la sensibilité à l'**insuline** (ce qui favorise le déstockage des graisses). Chez la souris de laboratoire, une diminution de production de cette hormone est induite par une alimentation grasse, et peut causer un surpoids important ; un manque de sommeil serait facteur d'**obésité** pour cette même raison.



Chapitre 05: Stratégies adaptatives et de reproduction

Toutes les populations animales vont utiliser leurs ressources énergétiques et matérielles pour satisfaire trois exigences principales : leur entretien (nourriture quotidienne, confort, déplacements, etc.) ; leur reproduction (copulation, soins aux jeunes, éducation, etc.) et leur croissance (biomasse, épargne, réserves, etc.).

Tout être vivant est caractérisé par ses capacités d'adaptation qui assurent sa survie, sa pérennité et sa reproduction. Cette adaptation de l'organisme aux conditions du milieu se fait grâce à trois modes : l'éthologie, la physiologie et la morphologie. L'adaptation physiologique correspond à la régulation interne répondant essentiellement aux variations climatiques. L'adaptation morphologique est la plus visible, elle modifie l'ensemble de l'organisme.

1-Stratégies adaptatives

Chaque organisme possède des capacités différentes à s'adapter à un ou plusieurs milieux. On parle de valence écologique. Une espèce qui supporte de faible variation de milieux est une espèce **sténoèce** alors qu'une espèce qui peut supporter de fortes variations est dite **euryèce**. La sensibilité des espèces à un facteur (température,...) dépend non seulement du lieu d'origine de l'espèce mais aussi du stade de développement (les jeunes étant généralement plus sensibles que les adultes).

Adaptation aux milieux marins

1. Espèces vivant sur substrats durs

Ces milieux sont généralement difficiles car les organismes sont confrontés à la fois à la sécheresse en période d'exondation et au choc des vagues et des courants. Les écarts thermiques peuvent également être importants entre les phases exondées (chauffé au soleil) et inondées (température de l'eau plus faible).

- ✓ **Évitement (fuite)**: Cette adaptation n'est bien sûr possible que pour les être vivants mobiles qui vont pouvoir se déplacer pour rechercher un abri conservant un degré hygrométrique élevé et une température fraîche.
- ✓ **Protection par une enveloppe calcaire épaisse**: Les organismes vont se renfermer sur eux-mêmes en conservant entre eux et le substrat un micro milieu aquatique. La présence d'une enveloppe calcaire va leur permettre de limiter la perte hydrique.
- ✓ **Fixation du substrat en grands nombres**: Les organismes vont se regrouper les uns contre les autres en très grande quantité (ex des moules où on peut observer jusqu'à 30 000 individus au m²), ce qui permettra de protéger les individus au centre.

2. Espèces vivant sur substrats meubles

- ✓ **Enfouissement** : La principale adaptation des animaux pour fuir des mauvaises conditions est de s'enfouir dans le sable ou la vase.

Milieux agressifs ou contraignants

- ✓ **Détoxification** : Certains organismes peuvent mettre en œuvre des synthèses protéiques et enzymatiques considérées comme des mécanismes protecteurs permettant la détoxification de l'organisme mais dans certaines limites.

- ✓ **Élimination du sel** : Lorsqu'un animal vit dans un milieu où la salinité est très élevée, divers mécanismes régulateurs vont permettre de compenser l'agression de cette hypersalinité.

1/ L'animal peut maintenir son milieu en hypo-osmose en absorbant de grandes quantités d'eau.

2/ Il est possible également d'excréter une partie du sel ingéré par les branchies.

3/ Certains organismes comme les oiseaux peuvent excréter du sel par les narines, d'autres possèdent des glandes à sel.

- ✓ **Diapause / Léthargie** : Certains animaux vont diminuer leur activité pour entrer en quiescence ou en léthargie durant la phase critique afin de maintenir un mode de fonctionnement ralenti de l'organisme.

Adaptation aux milieux terrestres

Adaptation éthologique

- ✓ **Fuite** : Grâce à leur mobilité, les animaux terrestres peuvent rechercher ou éviter la chaleur dispersée par le rayonnement solaire.
- ✓ **Période d'activité** : Certains animaux vont tout simplement modifier leur période d'activité en fonction de la température, du biotope et de la lumière. C'est une adaptation phénologique. Ainsi les espèces peuvent déplacer leur activité à une autre période de la journée. Par exemple, l'été, ils vont être extrêmement actifs avant 10 heures du matin et après le coucher de soleil.

Adaptation morphologique

- ✓ **Espèces cavernicoles** : Ces espèces sont complètement dépigmentées. Puisqu'ils n'ont pas à se protéger des variations de température, ils ne possèdent pas de phanères (poils, écailles,...). De même, ils ne possèdent pas d'yeux (donc aucun sens de la vision). Par contre, les organes du toucher et de l'olfaction sont très développés. Ils possèdent des soies sensorielles et ont des extrémités très allongées, ce qui augmente le nombre de cellules sensorielles. Leur cycle biologique est indépendant de la photopériode.
- ✓ **Protections contre la prédation** : les dessins et les couleurs des animaux qui vivent dans des milieux éclairés varient énormément, alors que les animaux vivants dans des milieux sombres sont soit ternes, soit décolorés.

On distingue trois types d'adaptation :

- **Les couleurs cryptiques** qui permettent à l'animal de se dissimuler

- o **L'homophanie**: l'animal placé dans un milieu clair va éclaircir ses couleurs et vice versa.
- o **L'homochromie**: l'animal a la couleur du milieu dans lequel il se trouve.
- o **L'homotypie**: l'animal copie le milieu dans lequel il vit dans sa forme et dans sa couleur. De plus, il a un comportement particulier.

- **Les couleurs vexilliaires** : c'est-à-dire que l'animal possède des couleurs très visibles qui avertissent le prédateur que l'animal possède des moyens de défense (venins...).

- **Les couleurs mimétiques** : l'animal imite un animal dangereux, souvent d'un groupe très éloigné. Cette adaptation n'est efficace que pour les prédateurs qui chassent à vue.

Adaptation physiologique

- ✓ **Limiter les pertes en eau** : Les individus limitent la respiration, l'excrétion et la transpiration. La transpiration est limitée grâce aux téguments. Les animaux sont dépourvus de glandes sudoripares. Cela peut se faire aussi par l'imperméabilisation des téguments, par exemple par l'excrétion permanente de mucus. La respiration peut être limitée par la présence d'un exosquelette qui est imperméable à l'entrée de l'eau comme à l'entrée d'oxygène. Chaque stigmate des insectes est fermé par un clapet ou une valve articulée sur l'exosquelette grâce à un muscle qui le maintient fermé aussi longtemps que possible. Ce muscle ne va se relâcher que pour les besoins minimaux d'oxygène et pour l'évacuation du gaz carbonique. L'excrétion joue aussi un rôle dans la régulation des pertes hydriques en limitant la production d'urine, et en réabsorbant au maximum l'eau.
- ✓ **Augmentation des gains en eau** : Certaines espèces ont développé des adaptations pour assimiler une plus grande quantité d'eau, comme la capacité d'absorber la vapeur d'eau à partir des voies anales, la présence d'organes spécialisés dans la réabsorption de l'eau, la réabsorption des fèces afin de récupérer l'eau qui se serait glissée dedans, ou enfin certains insectes lèchent les grains de sable.

2-Stratégies de reproduction

Généralités/Définition

La reproduction est un phénomène qui consiste à perpétuer la vie en engendrant des individus semblables. Elle s'effectue selon 2 modalités :

- La reproduction asexuée = Agamogonie
- La reproduction sexuée = Gamogonie

Cela aboutit à la formation d'une multitude d'individus semblables. C'est un phénomène qui aboutit à la formation d'un oozoïte pour la reproduction sexuée et d'un zoïte ou Blatozoïte pour la reproduction asexuée. Ce sont 2 phénomènes conservés au cours de l'évolution mais 95% pour la reproduction sexuée.

A/ Avantages et Désavantages de la reproduction asexuée

- Concerne l'ensemble des membres d'une population donc grand nombre d'individus produits.
- C'est un phénomène assez simple à réaliser.
- Les blastozoïtes sont tout de suite autonome (fonctionnelle)
- Cela permet de coloniser un espace très rapidement.
- Quand les conditions environnementales sont stables, cela marche. En cas de changements, ils ne peuvent pas s'adapter car ce sont des clones, ils sont isogéniques. Mais ils vont pouvoir s'enkyster, mettre leur métabolisme au ralenti.

B/ Avantages et Désavantages de la reproduction sexuée

- Pour la reproduction sexuée, seuls les adultes peuvent se reproduire donc moins d'individus, de plus tous les adultes ne se reproduisent pas : Mâle dominant.
- Il y a dépense d'énergie du mâle pour séduire la femelle (cour, parade nuptiale...).
- Chez les mammifères, les individus doivent avoir une phase de maturation.
- La reproduction sexuée permet de ne pas produire d'individus homozygotes avec des allèles létaux.
- Recombinaisons génétiques aux caractères phénotypiques et adaptations aux milieux changeants avec de nouveaux caractères phénotypiques. C'est un phénomène conservateur et même réparateur de certains caractères du génome pour certains chercheurs.

Stratégie de reproduction

Une **stratégie de reproduction**, est un ensemble structuré de comportements ou de règles qui s'applique aux événements reproductifs. Elle porte notamment sur le choix du partenaire sexuel (**parade nuptiale**), les stratégies et systèmes d'accouplement, le type de fécondation et l'investissement parental.

Les êtres vivants se reproduisent dans le but de pérenniser l'espèce. La reproduction est donc capitale pour qu'une espèce se perpétue.

Indicateurs de la reproduction

1. Manifestation des caractères de la sexualité.

Sous l'influence des hormones sexuelles, apparaissent les caractères sexuels secondaires au moment de la puberté : C'est-à-dire, sexe somatique ou sexe anatomique. De même, ces caractères sexuels secondaires sont représentés par des différences : morphologiques (dimorphisme sexuel), anatomiques et fonctionnelles entre les mâles et les femelles.

Exemples :

Tailles : Le mâle est plus grand que la femelle.

Poids : Le mâle est plus lourd que la femelle.

Croissance : Elle est plus grande et plus rapide chez le mâle.

2. Indicateurs hormonaux.

Brièvement, il existe plusieurs hormones régulatrices de la sexualité et de la reproduction. Leur concentration sérique ou urinaire indique l'état physiologique et/ou comportemental de la reproduction. Elles constituent de véritables indicateurs chez les sujets pubères en activité sexuelle. Elles sont classées selon :

- Le lieu de leur origine,
- Leurs propriétés chimiques,
- Leurs effets sur les tissus ou organes cibles.

a-Hormones hypothalamiques : Sécrétées par l'hypothalamus, elles favorisent ou inhibent la libération des hormones hypophysaires. Exemples : Gonadolibérine ou Gonadotropin-Releasing Factor = Gn-RH

b. Hormones hypophysaires. Il existe 2 types : Soit secrétée par l'hypophyse. Exemples : Folliculo Stimulante hormone = FSH. Lutropine ou Luteinizing Hormone = LH

c. Hormones génitales. Elles sont sécrétées surtout par les gonades et le placenta et sont chargées s'assurer l'équilibre physiologique et créer les conditions du rapprochement sexuel : Fécondation – Gestation – Parturition. Exemple : testostérone, progestérone, œstrogène...

3. Indicateurs phéromonaux.

a. Définition d'une phéromone.

Les interrelations entre les êtres vivants sont assurées par des stimulonores, lumineux ou chimiques. L'existence d'agents chimiques responsables des comportements sexuels a été mise en évidence. Ces agents chimiques d'abord appelés «Coactones» puis « **ectohormones**» sont appelés actuellement «**phéromones** ». Ce sont des substances sécrétées à l'**extérieur** par les membres d'une même espèce, impliquant un échange d'informations et capables d'entraîner une réponse chez un congénère.

Chez les mammifères, en **absence** de phéromones il n'y a **pas de reproduction** et l'acte sexuel devient **impossible**. De même

4. Puberté et comportement comme indicateurs de la reproduction.

a. Cas des mâles.

Définition de la puberté : C'est la période d'une vie marquée par le début des activités des gonades (mâles et femelles) et la manifestation de caractères sexuels secondaires.

Âge de la puberté : Âge indicateur de la reproduction. Il dépend de plusieurs facteurs tels que : le climat, l'alimentation, l'espèce, la race, etc. Les mécanismes physiologiques aboutissant à la puberté sont sous

l'influence des équilibres hormonaux. La principale hormone mise en cause dans ce processus chez le mâle est la **testostérone**.

b. Cas des femelles.

Comportement sexuel de la femelle.

Une femelle n'accepte ou ne recherche le mâle que pendant l'**œstrus** (Période durant laquelle la femelle s'accouple avec le mâle).

Recherche mutuelle des partenaires par des signaux sensoriels. Signaux olfactifs (Rôle des phéromones).