



AQUARIUM TROPICAL

LA MISE EN PLACE D'UN AQUARIUM EN CLASSE

Lorsque l'on évoque la possibilité de l'installation d'un aquarium dans une classe, outre l'aspect décoratif et la présence d'un " tableau animé ", on pense surtout à son utilisation pédagogique dans les domaines de la vie aquatique et des arts plastiques. Cette vision tout à fait logique, est en réalité très réductrice : un aquarium est un outil pédagogique polyvalent.

Au cours des vingt dernières années, l'aquarium tropical de la Porte Dorée a favorisé l'implantation en milieu scolaire de plus d'un millier d'aquariums et les retours d'information que les enseignants ont bien voulu rapporter ont permis de prendre conscience de la diversité des utilisations possibles.

La contemplation d'un aquarium permet aux enfants de maternelle notamment de retrouver le calme. Cet effet apaisant, scientifiquement démontré, est maintenant utilisé également en milieu hospitalier.

A l'école primaire, la mise en route et le maintien d'un aquarium dans la classe renforcent les relations et la solidarité entre les élèves. Un tableau de maintenance peut faire participer tous les élèves aux différentes tâches : analyse de la qualité de l'eau, changements d'eau, nourriture des poissons, nettoyage des vitres... Un manquement aux obligations entraîne des conséquences visibles par tous. Garder un animal nécessite des soins réguliers : les enfants développent ainsi leur sens des responsabilités envers le vivant et vis à vis de la collectivité qu'est la classe. Le maintien de la vie dans l'aquarium est une éducation à la vie collective, à la citoyenneté.

En collège, l'aquarium est le plus souvent installé dans les salles de Sciences de la Vie et de la Terre où les différentes classes se succèdent au cours de la journée. Ce n'est donc pas une classe qui se charge du maintien de l'aquarium, mais un groupe d'élèves volontaires. Ce sont parfois des adolescents isolés, ayant des difficultés relationnelles. Ils souhaitent venir à l'heure du déjeuner dans les salles de sciences où ils trouvent la compagnie de quelques adultes ou élèves moins stressante pour eux que la foule de la cour de récréation. Ensuite, par leur réussite, ils se valorisent aux yeux des autres et trouvent leur place dans la classe et le collège.

Mars 2023

I. L'AQUARIUM, UN OUTIL PEDAGOGIQUE POUR APPREHENDER LE REEL EN LIEN AVEC LES PROGRAMMES SCOLAIRES

L'aquarium dans la classe permet de travailler certaines parties des programmes

a. Cycle 1 – Maternelle (PS, MS, GS)

Parties des programmes concernées (BOEN n°31 du 30 juillet 2020)	Activités possibles
<p>Enseignement : Explorer le monde – Découvrir le monde vivant</p> <ul style="list-style-type: none"> • Découverte du cycle de la vie : naissance, croissance, reproduction, vieillissement, mort • Identification et regroupement des animaux en fonction de leurs caractéristiques, de leurs modes de déplacement, de leurs milieux de vie • Initiation concrète à une attitude responsable <p>➔ Attendus en fin de cycle : Reconnaître les principales étapes du développement d'un animal ou d'un végétal dans une situation d'observation du réel ou sur une image</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître les besoins essentiels de quelques animaux et végétaux • Commencer à adopter une attitude responsable en matière de respect des lieux et de protection du vivant 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'un aquarium en sélectionnant éventuellement des espèces se reproduisant en captivité : <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 ovipare comme les <i>Amatitlania</i>, <i>Apistogramma</i>, <i>Laetacara</i>, <i>Pelvicachromis</i>, <i>Macropode</i> ou <i>Ancistrus</i> ○ 1 ovovipare comme les <i>guppys</i> ou <i>platys</i> • Alimentation des poissons • Observations des espèces de l'aquarium : déplacement, comportement, alimentation, relation entre individus <ul style="list-style-type: none"> ○ Expression orale ○ Expression artistique

b. Cycle 2 – Élémentaire (CP, CE1, CE2)

Parties des programmes concernées (BOEN n°31 du 30 juillet 2020)	Activités possibles
<p>Domaine 4 du socle commun : Les systèmes naturels et les systèmes techniques - Enseignement : Questionner le monde</p> <p>Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier ce qui est animal, végétal, minéral ou élaboré par des êtres vivants <ul style="list-style-type: none"> ○ Développement d'animaux et de végétaux. ○ Le cycle de vie des êtres vivants. ○ Régimes alimentaires de quelques animaux. ○ Quelques besoins vitaux des végétaux. • Identifier les interactions des êtres vivants entre eux et avec leur milieu 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'un aquarium en sélectionnant éventuellement des espèces se reproduisant en captivité : <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 ovipare pratiquant l'incubation buccale (<i>cichlidés nains</i> ou <i>Betta</i>) ou pondeur sur substrat (<i>cichlidés nains Ancistrus</i>) ○ 1 ovovipare comme les <i>guppys</i> ou <i>platys</i> • Alimentation des poissons

<ul style="list-style-type: none"> ○ Diversité des organismes vivants présents dans un milieu et leur interdépendance. ○ Relations alimentaires entre les organismes vivants. ○ Chaînes de prédation. <p>Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observer et utiliser des objets techniques et identifier leur fonction. • Identifier des activités de la vie quotidienne ou professionnelle faisant appel à des outils et objets techniques. <p>→ Attendus de fin de cycle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité. • Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observations des espèces de l'aquarium : déplacement, comportement, alimentation, relation entre individus <ul style="list-style-type: none"> ○ Expression orale ○ Expression artistique ○ Expression écrite • Plantation dans l'aquarium et multiplication des plantes aquatiques avec possibilité de floraison <ul style="list-style-type: none"> ○ Etude du développement des plantes et de leur reproduction • Formulation des problèmes, proposition de solutions et fabrication d'accessoires pour répondre au problème posé <ul style="list-style-type: none"> ○ Exemple <ul style="list-style-type: none"> ▪ Problème : Comment éviter que les adultes ne mangent leurs alevins ? ▪ Proposition de solutions : Fournir des refuges comme les plantes, les décors, etc... ▪ Fabrication d'accessoires : Fabrication d'un pondeur qui permet la circulation mais qui ne laisse pas échapper les alevins
---	---

c. Cycle 3 – Élémentaire/Collège (CM1, CM2, 6^e)

Parties des programmes concernées (BOEN n°31 du 30 juillet 2020)	Activités possibles
<p>Domaine 4 du socle commun : Les systèmes naturels et les systèmes techniques - Enseignement : Sciences et technologie</p> <p>Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier ce qui est animal, végétal, minéral ou élaboré par des êtres vivants <ul style="list-style-type: none"> ○ Développement d'animaux et de végétaux. ○ Le cycle de vie des êtres vivants. ○ Régimes alimentaires de quelques animaux. ○ Quelques besoins vitaux des végétaux. • Identifier les interactions des êtres vivants entre eux et avec leur milieu <ul style="list-style-type: none"> ○ Diversité des organismes vivants présents dans un milieu et leur interdépendance. ○ Relations alimentaires entre les organismes vivants. ○ Chaînes de prédation. <p>Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'un aquarium en sélectionnant éventuellement des espèces se reproduisant en captivité : <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 ovipare pratiquant l'incubation buccale (<i>cichlidés nains</i> ou <i>Betta</i>) ou pondeur sur substrat (<i>cichlidés nains Ancistrus</i>) ○ 1 ovovipare comme les <i>guppys</i> ou <i>platys</i> • Observations des espèces de l'aquarium : déplacement, comportement, alimentation, relation entre individus <ul style="list-style-type: none"> ○ Expression orale ○ Expression artistique ○ Expression écrite • Plantation dans l'aquarium et multiplication des plantes aquatiques avec possibilité de floraison <ul style="list-style-type: none"> ○ Etude du développement des plantes et de leur reproduction

<ul style="list-style-type: none"> • Observer et utiliser des objets techniques et identifier leur fonction. • Identifier des activités de la vie quotidienne ou professionnelle faisant appel à des outils et objets techniques. <p>→ Attendus de fin de cycle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité. • Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesures <ul style="list-style-type: none"> ○ Exemple : calcul du volume de l'aquarium ou des éléments de l'aquarium • Formulation des problèmes, proposition de solutions et fabrication d'accessoires pour répondre au problème posé <ul style="list-style-type: none"> ○ Exemple <ul style="list-style-type: none"> ▪ Problème : Comment éviter que les adultes ne mangent leurs alevins ? ▪ Proposition de solutions : Fournir des refuges comme les plantes, les décors, etc... ▪ Fabrication d'accessoires : Fabrication d'un pondeur qui permet la circulation mais qui ne laisse pas échapper les alevins
---	---

d. Cycle 4 – Collège (5^e, 4^e et 3^e)

Parties des programmes concernées (BOEN n°31 du 30 juillet 2020)	Activités possibles
<p>Domaine 4 du socle commun : Les systèmes naturels et les systèmes techniques - Enseignement : Science de la Vie et de la Terre</p> <p>Le vivant et son évolution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relier les besoins en nutriments et dioxygène des cellules animales et le rôle des systèmes de transport dans l'organisme. <ul style="list-style-type: none"> ○ Nutrition et organisation fonctionnelle à l'échelle de l'organisme, des organes, des tissus et des cellules. ○ Nutrition et interactions avec des micro-organismes. • Relier des éléments de biologie de la reproduction sexuée et asexuée des êtres vivants et l'influence du milieu sur la survie des individus, à la dynamique des populations. <ul style="list-style-type: none"> ○ Reproductions sexuée et asexuée, rencontre des gamètes, milieux et modes de reproduction et de dissémination. • Relier l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants, et l'évolution. <ul style="list-style-type: none"> ○ Caractères partagés et classification ○ Les grands groupes d'êtres vivants, dont Homo sapiens, leur parenté et leur évolution • Expliquer sur quoi reposent la diversité et la stabilité génétique des individus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des différentes composantes de l'environnement dans un aquarium : minérales (eau, air, roches), végétales (plantes) et animales (poissons) • Mise en place d'un aquarium permettant la reproduction d'espèces en captivité <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 ovipare pratiquant l'incubation buccale (<i>cichlidés nains</i> ou <i>Betta</i>) ou pondeur sur substrat (<i>cichlidés nains Ancistrus</i>) ○ 1 ovovipare comme les <i>guppys</i> ou <i>platys</i> • Mise en place d'un aquarium contenant des poissons ou des invertébrés permettant l'observation du comportement respiratoire <ul style="list-style-type: none"> ○ Poissons : <i>Betta</i>, <i>Macropode</i>, <i>Corydoras</i>, <i>Platys</i> ○ Invertébrés : <i>Dytique</i>, <i>Notonecte</i>, larve de libellule • Mise en place d'un aquarium avec une diversité de poissons <ul style="list-style-type: none"> ○ Identification de caractères différents et l'absence d'interfécondité caractérisant l'espèce ○ Utilisation d'une clé de détermination

<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les mécanismes à l'origine de la diversité et de la stabilité génétique des individus. • Relier, comme des processus dynamiques, la diversité génétique et la biodiversité. <ul style="list-style-type: none"> ○ Diversité et dynamique du monde vivant à différents niveaux d'organisation ; diversité des relations interspécifiques. ○ Diversité génétique au sein d'une population ; hérédité, stabilité des groupes. ○ ADN, mutations, brassage, gène, méiose et fécondation. <p>→ Attendus de fin de cycle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expliquer l'organisation et le fonctionnement du monde vivant, sa dynamique à différentes échelles d'espace et de temps. • Établir des relations de causalité entre différents faits pour expliquer : <ul style="list-style-type: none"> ○ la nutrition des organismes ; ○ la dynamique des populations ; ○ la classification du vivant ; ○ la biodiversité (diversité des espèces) ; ○ la diversité génétique des individus ; ○ l'évolution des êtres vivants. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Etablissement du réseau trophique de l'aquarium • Plantation dans l'aquarium et multiplication des plantes aquatiques avec possibilité de floraison <ul style="list-style-type: none"> ○ Etude du développement des plantes et de leur reproduction ○ Observation de la photosynthèse et de production de dioxygène • Entretien de l'aquarium <ul style="list-style-type: none"> ○ Alimentation des poissons ○ Bouturage des plantes de l'aquarium • Observations des espèces de l'aquarium : déplacement, comportement, alimentation, relation entre individus <ul style="list-style-type: none"> ○ Tenue d'un journal d'observation ○ Schématisation d'un réseau alimentaire simple existant dans un aquarium équilibré ○ Application et/ou ré-exploitation des notions du cours • Mise en place de démarches d'investigation : Formulation des problèmes, proposition de solutions <ul style="list-style-type: none"> ○ Exemple <ul style="list-style-type: none"> ▪ Problème : Comment éviter que les adultes ne mangent leurs alevins ? ▪ Proposition de solutions : Fournir des refuges comme les plantes, les décors, etc...
--	--

e. Lycée général et technologique – 2^e

Parties des programmes concernées (BO spécial n° 1 du 22 janvier 2019)	Activités possibles
<p>Enseignement : Science de la Vie et de la Terre - Thème : La Terre, la vie et l'organisation du vivant</p> <p>Biodiversité, résultat et étape de l'évolution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les échelles de la biodiversité <ul style="list-style-type: none"> ○ Au cours de sorties de terrain, identifier, quantifier et comparer la biodiversité interindividuelle, spécifique et écosystémique. ○ Mettre en œuvre des protocoles d'échantillonnage statistique permettant des descriptions rigoureuses concernant la biodiversité. ○ Caractériser la variabilité phénotypique chez une espèce commune animale ou végétale et envisager les causes de cette variabilité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des différentes composantes de l'environnement dans un aquarium : minérales (eau, air, roches), végétales (plantes) et animales (poissons) • Mise en place d'un aquarium permettant la reproduction d'espèces en captivité <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 ovipare pratiquant l'incubation buccale (<i>cichlidés nains</i> ou <i>Betta</i>) ou pondéur sur substrat (<i>cichlidés nains Ancistrus</i>) ○ 1 ovovipare comme les <i>guppys</i> ou <i>platys</i> • Mise en place d'un aquarium avec une diversité de poissons

- Communication intra-spécifique et sélection sexuelle

- Mettre en œuvre une stratégie d'étude d'un exemple de communication animale intra-spécifique (si possible en conditions réelles).
 - Analyser des expériences montrant comment certains modes de communication ont été sélectionnés, que ce soit pour la survie ou la reproduction.
 - Analyser avec un regard critique l'avantage de certains caractères sexuels extravagants du point de vue de la sélection naturelle : développement d'attributs liés à la reproduction chez le mâle (queue du paon, cornes des bovidés ou des scarabées, etc.).

- Identification de caractères différents et l'absence d'interfécondité caractérisant l'espèce
- Observation de dimorphisme et dichromisme sexuel
- Utilisation d'une clé de détermination
- Etablissement du réseau trophique de l'aquarium

- Plantation dans l'aquarium et multiplication des plantes aquatiques avec possibilité de floraison
 - Etude du développement des plantes et de leur reproduction
 - Observation de la photosynthèse et de production de dioxygène
- Entretien de l'aquarium
 - Alimentation des poissons
 - Bouturage des plantes de l'aquarium
- Observations des espèces de l'aquarium : déplacement, comportement, alimentation, relation entre individus
 - Tenue d'un journal d'observation
 - Schématisation d'un réseau alimentaire simple existant dans un aquarium équilibré
 - Application et/ou réexploitation des notions du cours
- Mise en place de démarches d'investigation : Formulation des problèmes, proposition de solutions
 - Exemple
 - Problème : Comment éviter que les adultes ne mangent leurs alevins ?
 - Proposition de solutions : Fournir des refuges comme les plantes, les décors, etc...

II. LE PEUPEMENT

En fonction du thème choisi et des objectifs à atteindre, voici quelques propositions de peuplement.

a. Eau douce

Population	Objectif	Avantages	Inconvénients
Vivipares : <i>Guppy</i> , <i>Platy</i> , <i>Xypho</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dimorphisme sexuel • Reproduction • Sélection, transmission génétique d'un caractère 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilité pour se procurer les animaux. • Animaux peu onéreux 	Qualité sanitaire des animaux souvent aléatoire.
Goodéidés : <i>Ameca splendens</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dimorphisme sexuel • Reproduction (viviparité vraie) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne touche pas aux alevins 	Disponibilité aléatoire chez les commerçants
Cichlidés "nains" pondéurs sur substrat découvert : <i>Pelvicachromis pulcher</i> , <i>Amatitlania nigrofasciata</i> , <i>Laetacara</i> , <i>Apistogramma</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dimorphisme sexuel • Reproduction : <ul style="list-style-type: none"> ○ formation d'un couple ○ défense d'un territoire ○ élevage des jeunes 	<ul style="list-style-type: none"> • Robustesse • Comportements variés • Couleurs attractives et évoluant en fonction des dominances et de la reproduction • Formation de familles. • Protection du territoire, des oeufs et des jeunes 	<ul style="list-style-type: none"> • Terrassiers qui malmènent les plantes • Couple homogène aléatoire • Eventuellement craintifs
Cichlidés incubateurs buccaux : M'buna tels que <i>Labidochromis</i> ou <i>Haplochrominiens</i> tels que <i>Pseudocrenilabrus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dimorphisme sexuel • Incubation buccale • Parade de ponte • Elevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Soins aux jeunes • Coloration vive et différentes entre le mâle et la femelle • Dominance • Robustesse 	<ul style="list-style-type: none"> • Animaux plus onéreux • Consommateur de végétaux • Nécessité d'une cuve de volume important (au moins 80L et 100L recommandé)
Constructeurs de nid de bulles : <i>Betta Splendens</i> , <i>Macropodus opercularis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Respiration aérienne • Reproduction • Elevage des jeunes et production de nourriture vivante 	<ul style="list-style-type: none"> • Reproduction facile • Parade d'accouplement • Croissance rapide • Equipement réduit 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevage de nourriture vivante pour les alevins
Crevettes d'eau douce : <i>Neocaridina davidii</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mue chez les crustacés • Reproduction • Sélection des couleurs et dérive des caractéristiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation à des bacs de quelques litres • Résistance à une amplitude de températures (entre 10 et 30 degrés) • Cohabitation facile avec des poisons de 	<ul style="list-style-type: none"> • Petite taille des spécimens (moins de 2cm)

		petite taille comme les guppys	
Pondeur sur substrat caché	<ul style="list-style-type: none"> • Dimorphisme sexuel • Protection paternelle • Aide à l'entretien de l'aquarium 	<ul style="list-style-type: none"> • Oeufs de grosse taille • Développement lent (5 jours) • Sac vitalin très visible • Alevins robustes 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité de juvéniles, plus rarement d'adultes • Régime alimentaire végétarien pour la reproduction • Support de ponte à réaliser

b. Eau de mer

<i>Pterapogon kauderni</i> avec <i>oursin diadème</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Incubation buccale • Protection par une association 	<ul style="list-style-type: none"> • Reproduction en eau de mer • Incubation buccale paternelle • Protection entre les épines d'un oursin • Elevage facile 	<ul style="list-style-type: none"> • Maîtrise correcte d'un bac d'eau de mer
Poisson /crevette : <i>Gobie/Alpheus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Symbiose poisson/crevette • Travail de la crevette (terrassier) • Mue chez les crustacés • Outil : pince pistolet de la crevette alpheus 	<ul style="list-style-type: none"> • Symbiose facile à réaliser 	Arrivages aléatoires

III. LES BESOINS PHYSIOLOGIQUES DES ÊTRES VIVANTS AQUATIQUES

a. Les caractéristiques de l'eau

Un aquarium peut être considéré comme un mini-écosystème soumis aux mêmes lois que les écosystèmes naturels. Toutefois, la taille modeste de ce biotope et la densité de peuplement ont pour conséquence de déséquilibrer certains processus biochimiques et de ce fait, d'engendrer certaines difficultés.

C'est pourquoi vous devrez intervenir sur cet écosystème afin de maintenir un équilibre artificiel à vos pensionnaires. Pour comprendre l'intérêt de vos interventions, il est utile d'avoir quelques connaissances préalables.

1- La nature de l'eau

La molécule d'eau est formée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H₂O). L'eau acquiert de nombreuses caractéristiques car elle est un excellent solvant. Dans l'eau, de nombreuses substances peuvent se dissoudre : des gaz comme le dioxygène, le diazote et le dioxyde de carbone mais aussi des minéraux comme le calcaire (carbonate de calcium)

L'eau de nos aquariums est souvent celle du réseau de distribution d'eau potable qui a des origines souterraines. Ces nappes sont alimentées par l'eau de pluie qui traverse des terrains de natures différentes suivant les régions. L'eau se charge ainsi plus ou moins en minéraux.

2- La dureté de l'eau : le Titre Hydrotimétrique (TH)

On utilise une notion pour exprimer la teneur en calcium et en magnésium de l'eau : **la dureté**. Elle se mesure en degrés TH (GH en allemand, souvent mentionné sur les tests).

Remarque : 1° TH correspond à 1.78 ° GH

de 0° à 5 °TH	de 6° à 10° TH	de 11° à 15 ° TH	de 16° à 30° TH	+ de 30° TH
Eau très douce	Eau douce	Eau peu dure	Eau dure	Eau très dure

Il faudra tenir compte de ces valeurs pour choisir vos pensionnaires : reportez-vous aux exigences des espèces décrites dans la littérature spécialisée.

Pour donner à votre eau la dureté désirée, vous pouvez réaliser un mélange d'eau de distribution de dureté connue et d'eau osmosée (dureté nulle).

Comment, avec des enfants, réaliser un dosage idéal pour un aquarium à partir d'une eau de distribution de 40°TH et d'une eau osmosée de 0°TH ?

On utilisera le tableau suivant qui permet de calculer facilement la proportion entre ces deux eaux de dureté différente, celle de distribution et l'eau osmosée.

	Dureté de départ	Dureté souhaitée	Parties	Proportions
Eau de distribution	40° TH 1		15 - 0 = 15 5	15/40 6
<i>Eau à obtenir</i>		15° TH 2		
Eau osmosée	0° TH 4		40 - 15 = 25 3	25/40 7

La différence entre les cases **1** et **2** nous donne le nombre de parties d'eau osmosée en **3**.
La différence entre les cases **2** et **4** nous donne le nombre de parties d'eau de distribution en **5**.

A partir de ces valeurs, on peut calculer, en ayant les proportions **6** et **7**, les volumes d'eau respectifs. Par exemple pour un aquarium de 80 litres il faudra : $80 \times 15/40 = 30$ litres d'eau de distribution et $80 \times 25/40 = 50$ litres d'eau osmosée

3- Le titre alcalimétrique complet (TAC)

Le **TAC** mesure la concentration en hydrogénocarbonates (= bicarbonates) et carbonates de l'eau. On exprime le résultat de la mesure en degré TAC (KH pour les tests allemands fréquemment commercialisés en France). Par analogie avec le TH, 1° TAC correspond à 1,78° KH.

La mesure du TAC, très facile à réaliser, est le test le plus important à faire régulièrement après celui de la concentration en nitrites. Le TAC renseigne sur l'importance de la " réserve alcaline " de l'eau qui s'opposera à la dérive vers l'acidité que l'on constate dans tout aquarium fonctionnant en circuit fermé.

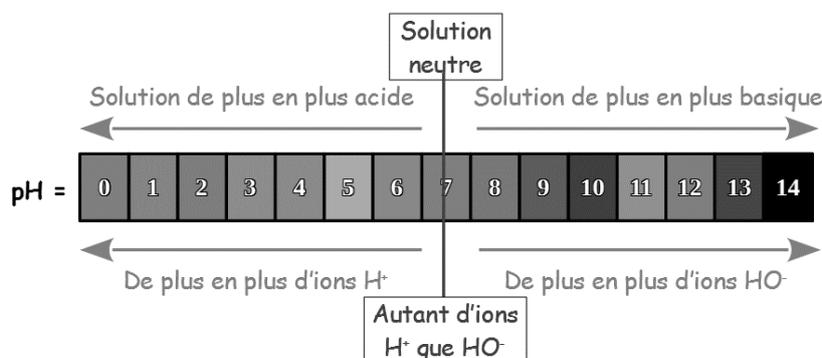
En effet, la respiration des différents organismes vivants dans l'eau, notamment les bactéries peuplant les masses filtrantes, produit du dioxyde de carbone qui, en solution dans l'eau, se décomposera partiellement en acide carbonique responsable de l'acidification du milieu.

Les hydrogénocarbonates, mesurés par le TAC, neutraliseront les acides au fur et à mesure de leur formation et leur concentration diminuera au cours du temps. C'est pourquoi il faut mesurer régulièrement le TAC et intervenir pour conserver une valeur supérieure à 10 ° en ajoutant des solutions tampons constituées principalement de bicarbonates.

4- Le pH de l'eau

Le **pH** indique si une eau est acide, basique ou neutre. L'échelle des pH s'étend de 0 (très acide) à 14 (très basique). Le point neutre se situe à 7. L'eau contient des ions hydrogène (H^+) et des ions hydroxyde (OH^-) en proportion variable.

Le pH renseigne sur la proportion de ces ions. Si les deux types d'ions sont en concentration égale, la valeur du pH est égale à 7. Si la proportion d'ion hydrogène est supérieure à celle des ions hydroxyde on a un pH inférieur à 7. Inversement, si la concentration en ion hydroxyde est supérieure à celle des ions hydrogène, le pH est supérieur à 7.



Comme c'est une **échelle logarithmique** qui est utilisée, toute variation d'une unité indique un changement dix fois supérieur ou inférieur en concentration d'ions hydrogène. Une eau ayant un pH égal à 5 est dix fois plus acide qu'une eau ayant un pH égal à 6.

La plupart des poissons et des plantes ne peuvent vivre que dans des eaux dont le pH est situé entre 5,5 et 8,2. Les mesures de pH doivent se faire à heure fixe, car il varie au cours de la journée. Il dépend de la concentration en dioxyde de carbone dissous. Dans un bac planté, le pH augmente avec la consommation de dioxyde de carbone par les plantes et, de ce fait, est plus élevé à la fin du jour. Le pH est un bon indicateur de l'équilibre d'un aquarium. Il variera peu si le TAC est supérieur à 10°.

5- La salinité de l'eau de mer

La **salinité** est la quantité de tous les sels dissous dans un litre d'eau. L'eau de mer en moyenne contient 35 g/L de sels divers (36 à 38 g/L en Méditerranée, 270 g/L en Mer Rouge).

En aquariophilie, on utilise plus facilement la notion de **densité** qui est le rapport entre la masse de l'échantillon d'eau et de celle d'un volume égal d'eau distillée à 4°C. La densité de l'eau n'a pas d'unité. La densité de l'eau pure est 1,000. La densité de l'eau de mer varie de 1,023 à 1,027. La densité s'évalue facilement avec un densimètre.

Remarque : Une salinité de 35 g/L donne une densité de 1,026 à 15°C et de 1,024 à 24°C du fait de la dilatation de l'eau avec la chaleur.

6- L'oxygénation de l'eau

Le dioxygène est un gaz peu soluble dans l'eau. La teneur en dioxygène dépend de différents facteurs : température, salinité, brassage du milieu, pollution, population de l'aquarium.

A titre indicatif, la teneur en dioxygène en fonction de la température est la suivante :

A 5°C : 13 mg/L

A 15°C : 10 mg/L

A 25°C : 7,5mg/L

b. Cycles liés à la vie

1- Cycle du carbone

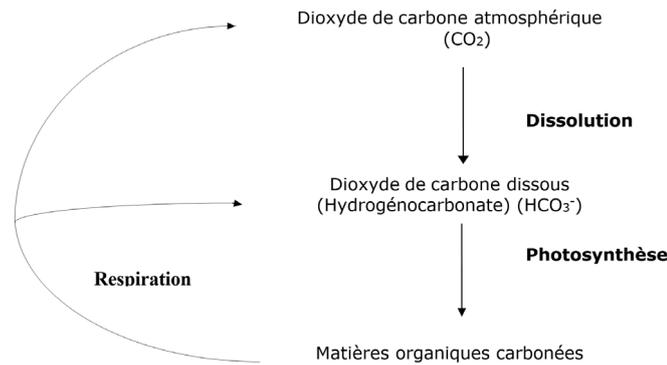
L'élément carbone (C) est un constituant essentiel des matières organiques. Il est présent dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (CO₂). Ce gaz, très soluble dans l'eau, passe à l'état ionisé en solution sous forme d'hydrogénocarbonate ou de carbonate. En fonction de la pression partielle de CO₂ et du pH (acidité de l'eau), telle ou telle réaction ci-dessous est favorisée



Le dioxyde de carbone est fixé par les végétaux capables de synthétiser des matières organiques à partir de matières uniquement minérales : c'est la **photosynthèse**.

Les animaux consomment les matières organiques et les assimilent. La dégradation de ces composés carbonés permet de fournir de l'énergie d'une part et des déchets d'autre part : c'est la **respiration**. Le CO₂ représente une partie de ces déchets.

Le carbone est donc soumis à un cycle.



Pour favoriser la photosynthèse dans l'aquarium, on peut apporter davantage de CO_2 que celui produit par les poissons par l'intermédiaire d'un appareillage complet.

2- Le cycle de l'azote

L'élément azote (N) se retrouve dans des composés tels que les acides aminés et les protéines, indispensables au fonctionnement de tout organisme, et dans l'ADN, support de l'information génétique.

Assimilé différemment par les végétaux et les animaux, l'azote se retrouve dans les déchets. Les poissons rejettent essentiellement l'azote sous forme d'ammoniac (NH_3) en équilibre avec l'ion ammonium (NH_4^+).

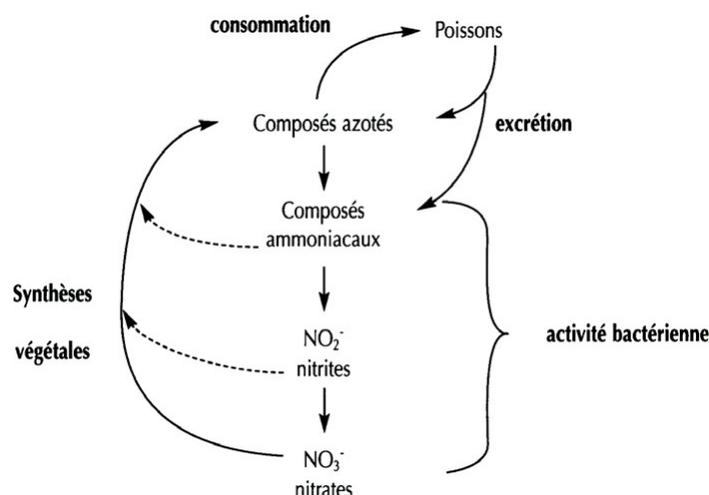
Cet ammoniac et les composés azotés venant de l'excès d'alimentation sont oxydés par des bactéries dans le milieu suivant le schéma :

Nitrification -

Composés azotés \rightarrow ammoniac NH_3 ou ammonium NH_4^+ \rightarrow nitrites NO_2^- \rightarrow nitrates NO_3^-

Les nitrates sont assimilables par les végétaux qui les incorporent dans les composés azotés par photosynthèse. Mais ce phénomène n'est pas suffisant pour éliminer tous les nitrates formés. Le renouvellement régulier d'une partie de l'eau ou l'élimination par des appareils spécifiques (dénitrificateur) est donc nécessaire. Des tests sont en vente dans le commerce aquariophile et doivent être effectués régulièrement. Il est souhaitable de ne pas dépasser 100 mg/L car l'excès de nitrates est l'une des causes de prolifération des algues en aquarium.

Cycle de l'azote dans l'aquarium



IV. LA MISE EN PLACE DE L'AQUARIUM

L'espace disponible dans une pièce est un élément déterminant, il faut cependant tenir compte :

- **de la luminosité** : Pour limiter le développement des algues et faciliter l'entretien des vitres, il faut éviter une exposition directe de l'aquarium à la lumière naturelle. Un bac en face d'une fenêtre est à déconseiller.
- **de la masse** : Un aquarium représente toujours une masse non négligeable. Il faut donc s'assurer de la résistance du sol. Celle-ci est calculée par les architectes au centre de la pièce. La charge admise le long des murs est donc supérieure. Par exemple un aquarium de 100L avec son support pèsera environ 200 kg.

a. Choix de la cuve

Deux types de matériaux sont utilisés aujourd'hui pour réaliser les aquariums :

- **Le verre** : utilisé le plus couramment, la colle silicone permet l'assemblage des différentes faces. Bon marché, il craint cependant les chocs. Il faut faire attention aux éclats sur les arrêtes à cause des risques de coupures. Attention toutefois aux épaisseurs de verre utilisé. Prévoir environ 2mm d'épaisseur pour 10 cm de hauteur d'eau.
- **Le polycarbonate** : matière plastique synthétique parfaitement transparente utilisée en moulage ou par collage. Plus onéreux, mais incassable, il est cependant sensible aux rayures.

Les formes traditionnelles sont rectangulaires, avec ou sans pans coupés, éventuellement carrées. Il existe aussi des bacs d'angles avec une base triangulaire.

La technique du verre collé permet une grande variété de formes. Il faut privilégier la surface de contact entre l'eau et l'air pour qu'elle soit la plus grande possible. Les formes pyramidales sont déconseillées, de même que la trop classique boule à poissons rouges.

Les dimensions dépendent de l'emplacement choisi ; cependant plus le bac est grand, plus il est simple à gérer et stable dans son équilibre biologique.

Les bacs standards sont plus hauts que larges, ceci est loin d'être une obligation, le rapport inverse étant même préférable.

Afin de simplifier l'éclairage du bac, il est judicieux de tenir compte de la longueur des tubes fluorescents. Alors qu'un bac d'un mètre s'éclaire facilement avec un tube de 90 cm, un bac de 1,20 m ne peut pas recevoir un tube de 1,20 m. Pour la longueur du bac, il faut donc prévoir 10 cm de plus que la longueur du tube fluorescent.

b. Le support

Il peut être métallique ou en bois. Il doit pouvoir supporter le poids de l'aquarium sans se déformer, et offrir une surface plane, égale ou supérieure à celle de l'aquarium. Un meuble bas non adapté peut, avec le temps, avoir ses portes ou ses tiroirs bloqués par des déformations liées à la charge.

La hauteur d'un support standard est de 70 cm. En fonction du public qui profitera de l'aquarium, cette hauteur peut varier. Le regard doit se placer à mi-hauteur de l'aquarium sans gêne particulière. Une fois le support en place, il faut s'assurer qu'il soit stable et de niveau. On vérifiera l'horizontalité avec un niveau à bulles. Une plaque de polystyrène ou de mousse sera intercalée entre le support et le bac pour compenser les irrégularités du support.

c. L'éclairage

C'est le tube fluorescent qui est privilégié pour l'éclairage d'un aquarium, son rapport coût/puissance électrique/luminosité étant le meilleur. Les dimensions des tubes sont standards et invariables quelles que soient les marques : 45 cm, 60 cm, 90 cm, 1,20 m et 1,50 m. Certains fournisseurs proposent aussi 75 cm et 1,05 m.

Il existe différents spectres lumineux ayant des taille différente en fonction des besoins. Pour les aquariums d'eau douce, les tubes horticoles, lumière du jour ou blanc industriel, conviennent tout à fait.

Les embouts utilisés pour brancher le tube fluorescent doivent être étanches aux projections d'eau et fixés pour être aux normes. Le ballast (transformateur) est, soit intégré dans la rampe d'éclairage étanche, soit à l'extérieur du couvercle de l'aquarium.

Les ampoules ou tubes à incandescence sont à proscrire, car ils dégagent une forte chaleur et ont une courte longévité. Les lampes HQL (eau douce) ou HQI (eau de mer) ne sont utilisées que sur des bacs ouverts (sans capot et sans vitrage formant couvercle).

d. Le chauffage

Le système le plus utilisé est le combiné étanche reliant un thermostat avec une résistance chauffante.

Le thermostat est en général un bilame mécanique qui utilise la dilatation du métal pour fléchir une lame constituée de deux bandelettes de métaux différents agissant ainsi comme un interrupteur.

La résistance est une spire métallique protégée par une ampoule étanche en pyrex ou un tube en inox soudé. Sa puissance varie en fonction de la longueur de la spire. Dans un local normalement chauffé (18° à 20 °) une puissance 1 W par litre d'eau est suffisante. Par exemple une résistance de 200 W chauffera un bac de 200 litres.

Il existe aussi des thermostats électroniques avec une sonde de température étanche. Ils pilotent alors une ou plusieurs résistances électriques.

Il est préférable de placer la résistance ou le combiné dans une zone de courant afin d'assurer une bonne homogénéité de la température.

e. L'aération

Elle peut être réalisée, soit par le brassage dû au rejet de la filtration, soit par un diffuseur d'air.

Le diffuseur d'air est relié à un aérateur par tuyau souple de diamètre 4mm. Cet aérateur est un petit compresseur activé par un système d'électro-aimant faisant vibrer une membrane en caoutchouc fixée sur une chambre de compression. Le débit d'air ainsi produit varie suivant les modèles.

En cas d'atmosphère particulièrement confinée, il est possible d'installer l'aérateur à l'extérieur de la pièce. Il ne nécessite qu'un branchement électrique.

Le plus gros défaut des aérateurs est le bruit qu'ils génèrent. Certaines marques proposent des appareils assez silencieux.

f. La filtration.

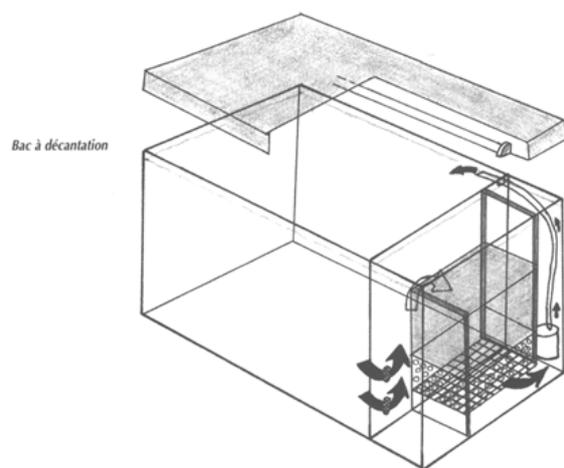
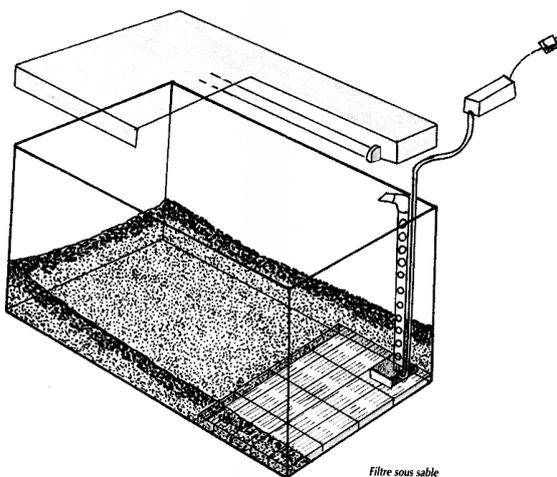
Elle est nécessaire pour réaliser un équilibre biologique de l'aquarium et éliminer les particules en suspension dans l'eau.

Il existe différents types de filtration ayant chacun leurs avantages et leurs inconvénients : la filtration intérieure et la filtration extérieure.

La **filtration intérieure** est souvent peu onéreuse. Elle évite le transfert d'eau hors de l'aquarium et élimine ainsi tous les risques de fuites dans les tuyauteries, ou les réservoirs des masses de filtrations.

Plusieurs solutions techniques sont envisageables :

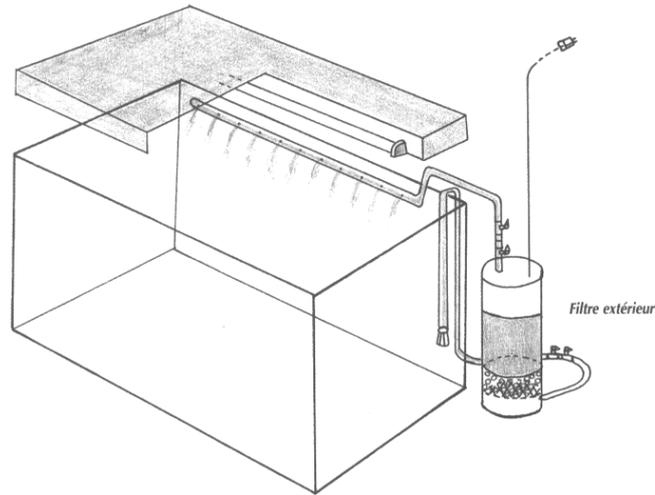
- **Le filtre sous sable** : comme son nom l'indique, il se situe sous le substrat qui joue ainsi le rôle de masse de filtration. Une cheminée, raccordée à la grille, permet de faire circuler l'eau filtrée grâce à un diffuseur d'air ou une petite pompe refoulante. L'aspiration ainsi créée sous le sable oblige l'eau à le traverser. Pour le nettoyage, il faut siphonner le sable et le rincer, c'est son plus gros défaut car les particules s'accumulent dans le sable. C'est la technique de filtration la plus ancienne et la moins coûteuse.
- **Le bac à décantation** : il permet d'isoler les masses de filtration dans l'aquarium et sert de compartiment technique lorsqu'il reçoit le combiné de chauffage. Cela évite ainsi le matériel visible dans le bac. L'eau " sale " traverse la masse de filtration et ressort du compartiment propulsée par une pompe électrique étanche. Un système venturi peut être adapté pour supprimer la pompe à air. Le bac de décantation occupe un volume non négligeable de la cuve et ne permet pas de retirer directement le dépôt de moulme qui n'est pas piégé dans les masses de filtration. Il ne faut pas oublier de siphonner les compartiments avant de remettre la filtration en route. Cette technique peu onéreuse offre une filtration biologique et mécanique très correcte. Le bac à décantation peut être facilement réalisé par l'aquariophile avec des réglottes en verre. Il existe aussi des compartiments en plastique thermoformé prêts à être collés.



- **Le filtre intérieur** : il se compose d'un petit moteur au-dessus d'une cartouche de filtration en mousse, le tout protégé dans un boîtier plastique. C'est la filtration rapide la plus performante au niveau encombrement et brassage. Mais ce n'est qu'une filtration mécanique qui supporte mal les excès d'alimentation.

La **filtration extérieure** se réalise de deux façons :

- Un boîtier accroché à la paroi de l'aquarium reçoit par un siphon l'eau de l'aquarium qui traverse une mousse de polyester ou un feutre tendu. L'eau aspirée dans ce compartiment retourne dans le bac par débordement en assurant ainsi une bonne oxygénation. Hélas, lorsque les masses sont saturées l'eau déborde du filtre à l'extérieur de l'aquarium.
- Un bidon situé sous le bac relié à celui-ci par une canne d'aspiration reçoit l'eau à traiter. Par gravité l'eau traverse les différentes masses de filtration puis retourne dans le bac grâce à une pompe refoulante. Si le matériel n'est pas de bonne qualité, des fuites peuvent se produire aux différents raccords. L'avantage est de retirer tous les déchets du bac. Le bidon une fois déconnecté peut se nettoyer facilement à un point d'eau. L'encombrement dans le bac est minimum. Malheureusement, son prix n'est pas négligeable.



V. LA MISE EN ROUTE DE L'AQUARIUM

Après avoir choisi l'aquarium en tenant compte de son emplacement et de son équipement on passe à la phase de mise en route.

Rincer l'aquarium à l'eau claire sans détergent. Vous pouvez remplir le bac à l'aide de bouteilles d'eau de 2 litres et mesurer ainsi le volume brut de votre aquarium. C'est le moment également de découvrir le principe des vases communicants à l'aide du siphon pour le vidanger.

- 1- Fixer sur l'aquarium le poster qui occultera la vitre arrière. Celui-ci pourra être réalisé par les enfants eux-mêmes.
- 2- Vérifier l'horizontalité du support et éventuellement le caler.
- 3- Positionner votre aquarium sans oublier d'intercaler une plaque de polystyrène de 1 cm d'épaisseur entre le fond du bac et le support pour compenser les irrégularités du support.
- 4- Mettre en place les différents accessoires sans les brancher. Dans le cas d'une filtration extérieure, fixer la canne d'aspiration et le tuyau de rejet avec leurs ventouses et positionner vos masses de filtration dans le filtre. Penser à l'ordre de passage de l'eau sur les masses filtrantes. Installer toujours la filtration mécanique en amont de la filtration biologique. Pour une filtration sous sable, c'est de moment d'installer vos grilles au fond du bac.
- 5- Placer les éléments du décor.
- 6- Dans le cas d'un bac planté, prévoir une sous couche de sable de 3 à 4 cm d'épaisseur, enrichie avec un engrais spécifique et recouvrir l'ensemble de 2 cm de sable lavé d'une granulométrie de 2 à 5 mm (filtre sous-sable proscrit). Pour un bac non planté mettre 5 cm de sable lavé de même granulométrie.
- 7- Procéder au remplissage du bac. Pour casser le jet d'eau et éviter de creuser le sol, placer sur le sable un bol, un pondoir ou un saladier et y verser l'eau. C'est le moment de remplir le bac avec des bouteilles de 2 litres et de déterminer le volume d'eau réel de votre aquarium, ce qui pourrait être nécessaire dans le cas d'un traitement ultérieur.
- 8- Une fois l'aquarium rempli, brancher les différents accessoires : le filtre, le combiné de chauffage (en le pré réglant sur 25°C), l'aération éventuelle et l'éclairage. Programmer votre éclairage pour une période de fonctionnement de 10 à 12 heures consécutives.
- 9- Après quelques jours de fonctionnement, procéder aux plantations si nécessaire. Commencer par des plantes à boutures afin d'éviter la prolifération d'algues. Prendre la précaution de défaire la laine de roche qui enveloppe les tiges et repiquer les, une à une après en avoir coupé aux ciseaux l'extrémité.
- 10- Pour amorcer le processus biologique du cycle de l'azote, vous pouvez :
 - a. soit introduire du sable d'un aquarium en fonction depuis plus de trois mois
 - b. soit rincer une masse filtrante d'un aquarium équilibré dans votre aquarium
 - c. soit mettre dans votre filtre un broyat d'une ou deux moules ou une pincée de nourriture.

11- **Evolution des teneurs en ammonium, nitrites et nitrates d'un aquarium nouvellement installé.**

Dès l'introduction de matières organiques, des bactéries vont transformer les substances toxiques dissoutes en composés ammoniacaux, en nitrites puis en nitrates. Cette chaîne de transformation de produits toxiques en produits moins toxiques que sont les nitrates demande environ trois semaines pour se mettre en place. On mesure le taux de nitrites pendant les premiers temps de l'installation.

Après une montée progressive apparaîtra une baisse rapide signifiant que les bactéries sont en nombre suffisant pour oxyder les résidus organiques qui vont être produits.

Un exemple de suivi par les enfants est envisageable : faire effectuer les analyses par les enfants tous les jours et reporter les résultats sur un graphique qui aura pour axe des ordonnées la concentration par ordre croissant et en abscisse le temps en jours. Une variante en maternelle est possible à partir de " tests en bandelettes " : l'axe vertical (ordonnées) sera gradué par la charte de couleur fournie et l'axe horizontal (abscisses) sera gradué au cours du temps à l'aide des prénoms des enfants.

12- **Eviter la surpopulation.**

Le nombre maximum de poissons ne dépend pas du volume mais de la surface d'échange entre l'air et l'eau. Mesurer la surface de base de votre aquarium et peupler en respectant 1 cm de poisson pour 25 cm² de surface d'eau ou 1 litre, au minimum. Prévoir des " poissons nettoyeurs " comme des Corydoras et des Ancistrus pour consommer les excédents éventuels de nourriture. Il est bon de peupler son aquarium en un minimum de fois. Pour diminuer le stress des nouveaux occupants lors du transfert, équilibrer les températures de l'eau de transport et celle de l'aquarium en laissant flotter le sac à la surface une demi-heure. Ajouter progressivement de l'eau de l'aquarium dans le sac de transport tout en évitant d'en verser le contenu dans votre aquarium (cette eau pourrait transporter des parasites qu'il vaut mieux ne pas introduire dans votre bac). Après une demi-heure libérer vos poissons en les pêchant à l'épuisette. Jeter l'eau du sac de transport à l'égout.

VI. LE GUIDE D'ENTRETIEN DE L'AQUARIUM

Objet	Fréquence et type	Conseils
Nourriture	<ul style="list-style-type: none"> • Variée et équilibrée • La nourriture distribuée doit disparaître dans les 2 minutes • Deux jours de jeûne par semaine supportables par les poissons 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas nourrir en excès • Prévoir " escargots " ou poissons fouilleurs qui mangeront les restes
Filtration	<ul style="list-style-type: none"> • Une fois par semaine nettoyer le filtre mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter de nettoyer le filtre biologique
Evaporation	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter le niveau avec de l'eau douce type " Volvic " ou de l'eau osmosée une fois par semaine 	<ul style="list-style-type: none"> • L'apport d'eau fraîche par le complément de niveau n'est pas suffisant pour changer l'eau, il faut aussi effectuer des changements d'eau réguliers
Changements d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les deux semaines changer 15% à 20% du volume 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser de l'eau préalablement aérée et tempérée. L'introduire très lentement.
Nettoyage des vitres et couvercle	<ul style="list-style-type: none"> • Une fois par semaine passer l'aimant ou un gant spécifique sur la vitre avant 	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter de laisser faire cette opération par les enfants sous peine de rayures de la vitre frontale
Plantes	Au moment des changements d'eau <ul style="list-style-type: none"> • Bouturer si nécessaire • Enlever les feuilles jaunes 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajouter éventuellement un engrais riche en fer après chaque changement d'eau
Température	<ul style="list-style-type: none"> • La vérifier tous les jours au moment de la distribution de nourriture (25°C à 27°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Placer le thermomètre à l'opposé du combiné de chauffage
Test nitrites	<ul style="list-style-type: none"> • Faire le test au moindre signe de comportement anormal des poissons, sinon toutes les semaines 	<ul style="list-style-type: none"> • Si le test nitrites est supérieur à 0,1mg/l changer 50% de l'eau
Test TAC-KH	<ul style="list-style-type: none"> • Faire le test toutes les deux semaines 	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir une valeur supérieure à 10°
Eclairage	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir un remplacement annuel des tubes 	<ul style="list-style-type: none"> • Munir l'éclairage d'un programmateur journalier (10 à 12h/jour)
Charbon actif	<ul style="list-style-type: none"> • Ne sert que temporairement à piéger des substances telles que tanins ou médicaments 	<ul style="list-style-type: none"> • Préférer un charbon sans phosphate • Le retirer après 48 heures de filtration • Indispensable pendant les weekends et les vacances
Aération	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir le remplacement éventuel des diffuseurs tous les ans 	<ul style="list-style-type: none"> • La pompe à air peut être arrêtée pendant les cours si elle est trop bruyante
Vacances	<ul style="list-style-type: none"> • Les poissons peuvent jeûner 2 à 3 semaines sans problème • Nettoyer le filtre mécanique avant le départ 	<ul style="list-style-type: none"> • Confier à une personne de permanence la surveillance du bon fonctionnement du matériel et un nourrissage avec quelques pastilles de type Wafer 2 fois par semaine maximum. • Utiliser éventuellement un distributeur de nourriture avec des granules. • Proscrire les paillettes qui se collent facilement à cause de l'humidité provenant de l'aquarium
<p>Avant toute intervention dans l'aquarium, prendre l'habitude de débrancher l'alimentation électrique, pour développer chez l'enfant une notion de sécurité : prise de conscience du danger de manipuler de l'eau en présence d'électricité.</p>		