

DOSSIER PEDAGOGIQUE

Enseignants premier et second degré



SOMMAIRE

L'exposition « CYCLOPS, explorateur des océans » à l'Espace des sciences	p.3
La médiation : « Plongée vers les abysses»	p.5
Liens avec les programmes scolaires	p.6
Exploration du littoral : pistes d'exploitation	p.8
- Qu'est-ce que l'estran ?	p.8
- Quels animaux vivent sur l'estran ?	p.9
- Comment classer les animaux de l'estran ?	p.10
- Comment les animaux de l'estran survivent-ils aux conditions de vie de l'estran ?	p.11
Exploration planctonique : pistes d'exploitation	p.13
Exploration polaire : pistes d'exploitation second degré	p.17
Exploration tropicale : piste d'exploitation second degré	p.19
Exploration abyssale : piste d'exploitation second degré	p.22
Exploration cartographique : pistes d'exploitation	p.24
Les conséquences de l'action humaine sur la vie dans les océans	p.25
Annexe 1 : Réaliser un aquarium d'eau de mer : quelles activités ?	p.27
Annexe 2 : vignettes pour la classification des animaux de l'estran	p.28
Annexe 3 : fiche d'identité à compléter	p.29
Adresses et ressources complémentaire	p.30

Auteurs

Didier THIEURMEL professeur agrégé de SVT – Conseiller relais DAAC

Anne SIMONOT professeure des écoles – Conseillère relais DAAC

L'exposition « Cyclops, explorateur des océans » à l'Espace des sciences

Cyclops, c'est un petit crustacé qui accompagne les élèves et les guide lors leurs différentes observations et explorations dans l'exposition. Des abysses aux pôles, en passant par les tropiques, ils découvriront les différents milieux et les espèces qui peuplent les océans. Cette exposition immersive et ludique permet de découvrir des écosystèmes marins insoupçonnés, de prendre conscience de la fragilité de la biodiversité marine. L'exposition est découpée en 6 pôles d'explorations :

- **Exploration planctonique :**

Les courants océaniques transportent une multitude d'algues microscopiques et d'animaux de toutes tailles : c'est le plancton. Les élèves pourront utiliser des loupes pour observer ces étranges organismes qui le constituent.

Cette partie de l'exposition permettra d'aborder la différence entre le zooplancton et le phytoplancton ainsi que le rôle du phytoplancton dans les chaînes alimentaires et dans les ressources énergétiques mondiales.

- **Exploration polaire :**

Dans cette partie de l'exposition, les élèves pourront observer les animaux qui vivent au pôle Nord, au Pôle Sud, comment ils se nourrissent, comment ils s'adaptent à des conditions de vie en milieu «extrême». Ils prendront conscience des conséquences du réchauffement climatique sur la faune marine polaire dans un multimédia ludique.

- **Exploration abyssale :**

A partir de quelle profondeur parle-t-on d'abysses ? Comment la vie est-elle possible dans ce milieu sans lumière ? Les élèves pourront piloter un bathyscaphe depuis la surface jusqu'au fond de l'océan afin de découvrir les étranges créatures abyssales. Les élèves de cycle 4 pourront constater que la vie se développe également dans des conditions extrêmes où les facteurs physico-chimiques sont incompatibles avec la vie classique. Quels sont les écosystèmes qui peuvent se développer dans ces conditions ? Plusieurs exemples seront abordés dans ce pôle de l'exposition : le ver tubicole Riftia Pachylptila présent dans la zone de température moyenne (autour de 10 à 20 °c) qui se développe en symbiose avec des bactéries sulfoxydantes, ou encore les fumeurs noirs (sources hydrothermales profondes que se caractérisent par une pression mais aussi une température très élevées).

- **Exploration littorale :**

A marée haute ou basse, la plage et les rochers cachent une faune insoupçonnée. Les élèves pourront, en scannant les fenêtres d'un château de sable, découvrir ses mystérieux habitants. Ils pourront également observer les animaux de la marre, dans les rochers à partir d'une animation sensorielle, ou encore manipuler la laisse de mer. Ils découvriront comment les animaux du littoral peuvent survivre à l'immersion ou à la marée basse.

- **Exploration tropicale :**

Les récifs coralliens sont des constructions vivantes d'une très grande richesse biologique. Les élèves pourront observer la diversité des espèces et la fragilité de ces milieux.

- **Exploration cartographique :**

Dès l'Antiquité, les hommes ont cherché à explorer de nouveaux territoires. Dans cette partie de l'exposition, les élèves pourront découvrir l'évolution des cartes marines et les instruments de navigation au fil des siècles.

L'animation « plongée vers les abysses »

En pratique :

L'animation est associée à la visite de l'exposition « *Cyclops, explorateur de l'océan* ».

Niveaux : à partir de la GS

Durée : 1h15 (45 min d'animation + 30 min de visite de l'exposition)

Réservation : 02 23 40 66 00

Tarifs : 3 euros par élève

Gratuit pour un adulte accompagnateur (1 accompagnateur pour 10, 1 pour 5 pour les maternelles)

5,50 euros par adulte supplémentaire.

Un médiateur vous accompagne au fond de l'océan

Dans l'obscurité et le froid, sous une pression extraordinaire, une grande variété d'animaux vit au fond des océans. Ils ont développé des stratégies de survie étonnantes.

- Comment pouvons-nous les observer ?
- Est-il possible de descendre à plusieurs kilomètres de profondeur ?

Un médiateur vous propose de plonger dans cet univers encore méconnu, pour aborder les limites physiques et biologiques de cette descente vers les abysses, en partant de l'observation de la vie de l'estran.



Liens avec les programmes scolaires

cycle 2 : CP-CE1-CE2

Adopter un comportement éthique et responsable :

- Développer un comportement éthique et responsable vis-à-vis de l'environnement et de la santé grâce à une attitude basée sur la connaissance.
- Prendre conscience de l'action humaine sur son environnement.

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent :

- Connaitre les caractéristiques du vivant (naissance, croissance, reproduction, nutrition et régimes alimentaires). Comprendre les interactions entre les êtres vivants et leur environnement
- Observer les animaux et les végétaux de l'estran
- Observer des petits écosystèmes : les relations entre les organismes vivants et le milieu.

Cycle 3 : CM1 – CM2 – 6ème

Adopter un comportement éthique et responsable :

- Relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé et d'environnement.
- Mettre en œuvre une action responsable et citoyenne.

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent :

- Comprendre les interactions des êtres vivants entre eux et avec le milieu (diversité et interdépendances)
- Places et rôles des êtres vivants ; notion de chaînes et réseaux alimentaires. L'évolution d'un environnement géré par l'Homme ; importance de la biodiversité.
- Expliquer l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir : identifier les matières échangées entre un être vivant et son milieu de vie.

Cycle 4 :

- Relier les besoins des cellules d'une plante chlorophyllienne, les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage.
- Diversité et dynamique du monde vivant à différents niveaux d'organisation; diversité des relations interspécifiques.
- Diversité génétique au sein d'une population .
- hérabilité, stabilité des groupes.

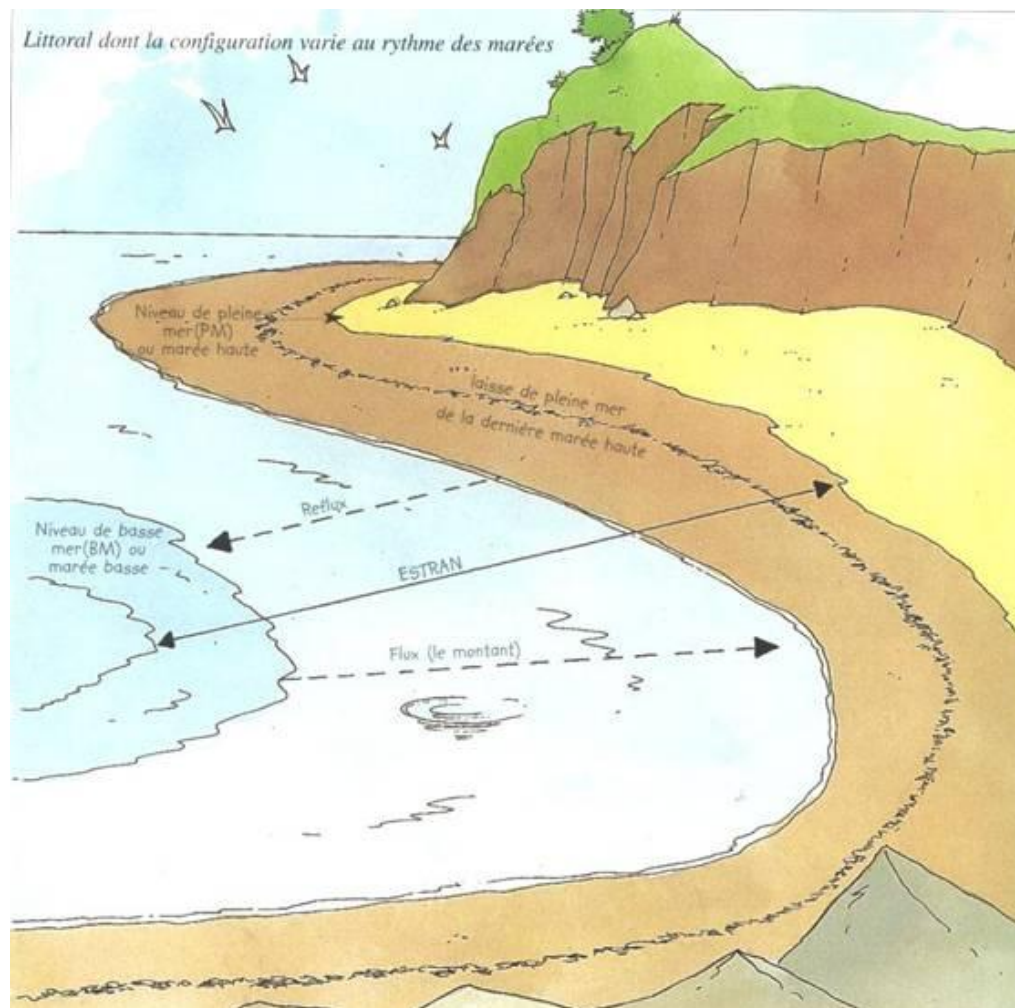
Exploration du littoral : pistes d'exploitations

Questionnements possibles :

- Qu'est ce que l'estran ?
- Quels animaux y vivent ?
- Comment classer les animaux de l'estran ?
- Comment les animaux peuvent-ils survivre aux conditions de vies de l'estran ?

Qu'est-ce que l'estran ?

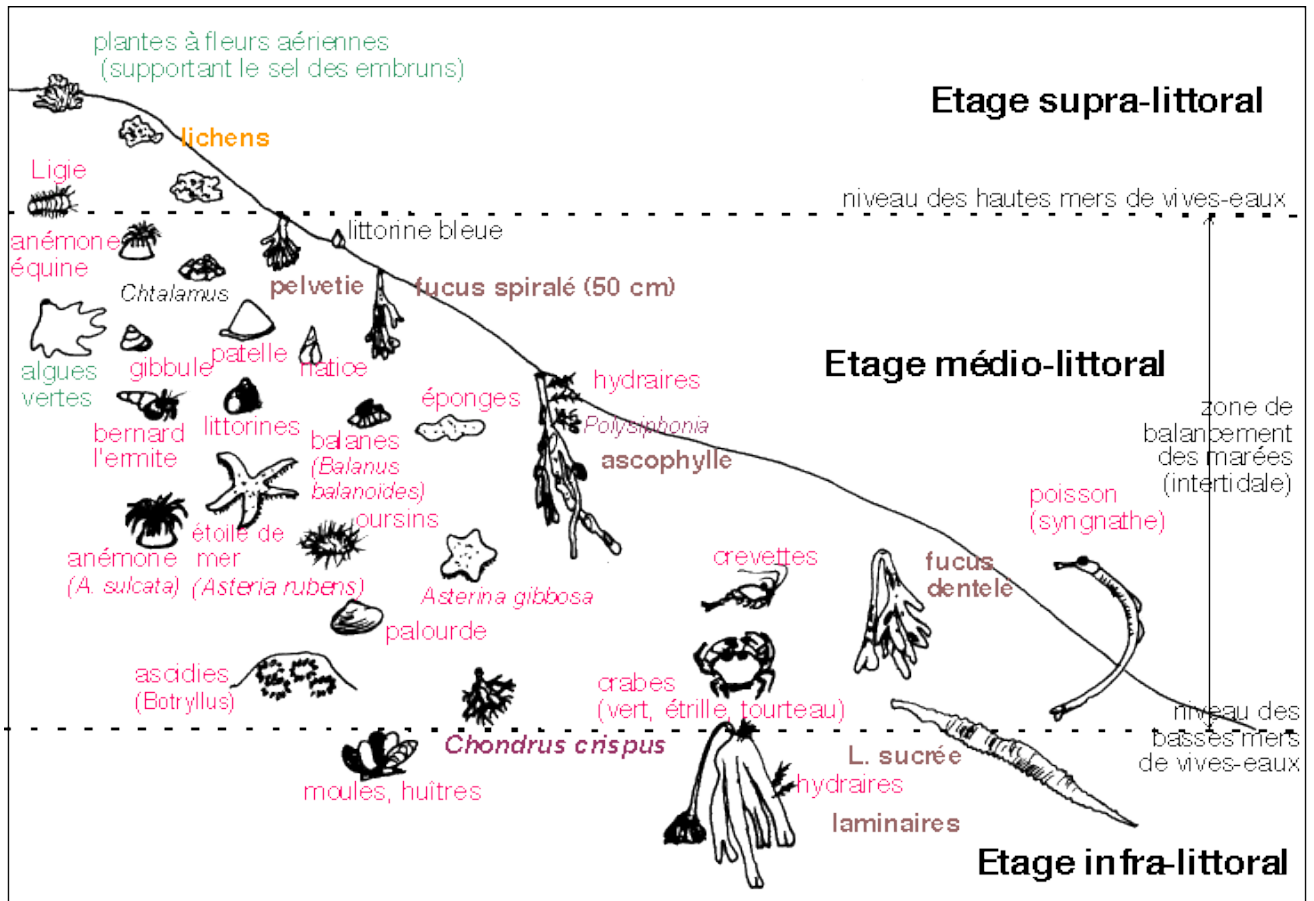
L'estran est la bande côtière qui subit quotidiennement le recouvrement des marées hautes, et le retrait des marées basses. Il s'agit donc d'une zone inondée par les eaux marines une partie de la journée, et à l'air libre l'autre partie du temps.



Source : <https://www.le-petit-mancho.fr/les-fiches-de-l-ete-l-estran/fiches-ete-2011/articles/1398/>

Quels animaux vivent sur l'estran ?

- Des activités réalisées en classe de la maternelle au cycle 3 dans l'académie de Bretagne : <http://www.ia29.ac-rennes.fr/jahia/Jahia/Accueil/pedagogie-formation/socle-commun/pid/21142>



- Une sortie en bord de mer : observer les animaux de l'estran, comment exploiter en classe une sortie au bord de mer ?

En complément de l'animation, il est intéressant de planifier dans l'année une sortie en bord de mer afin que les élèves puissent observer les êtres vivants dans leur environnement.

Des explorations sur l'estran sableux...

- des collectes dans la laisse de mer.
- des collectes dans l'estran rocheux : chasse aux trésors à partir de photos (retrouver le plus possibles d'animaux présents sur la fiche).
- observation des traces, des indices de présence animale.

- observation de la pollution présente sur la plage : sensibiliser à la protection de l'environnement.
- réalisation de clés de détermination à partir des critères morphologiques (réaliser des petites collections prédéfinies avec des intrus).

... à la salle de classe :

- Réaliser un aquarium d'eau de mer <http://pascal.g04.free.fr/Scolaquarium/>
- Tri, identification et début de classification des espèces ou « objets » collectés dans la ou les différentes lasses de mer. (utilisation de clés de détermination et classifications scientifiques simplifiées...)
- Atelier de recherche documentaire :
 - à partir de questionnements ou observations issus de la sortie sur le terrain.
 - à partir d'une étude de la chaîne alimentaire sur l'estran sableux.
 - à partir de questionnements tels que : pourquoi est-il important de ne pas nettoyer la plage ?
- Atelier sur les déchets (pollution anthropique) : provenance, dégradabilité...
- Atelier d'observation des animaux vivants collectés (dessins d'observation...)
- Réaliser des fiches d'identités...

Comment classer les animaux de l'estran ?

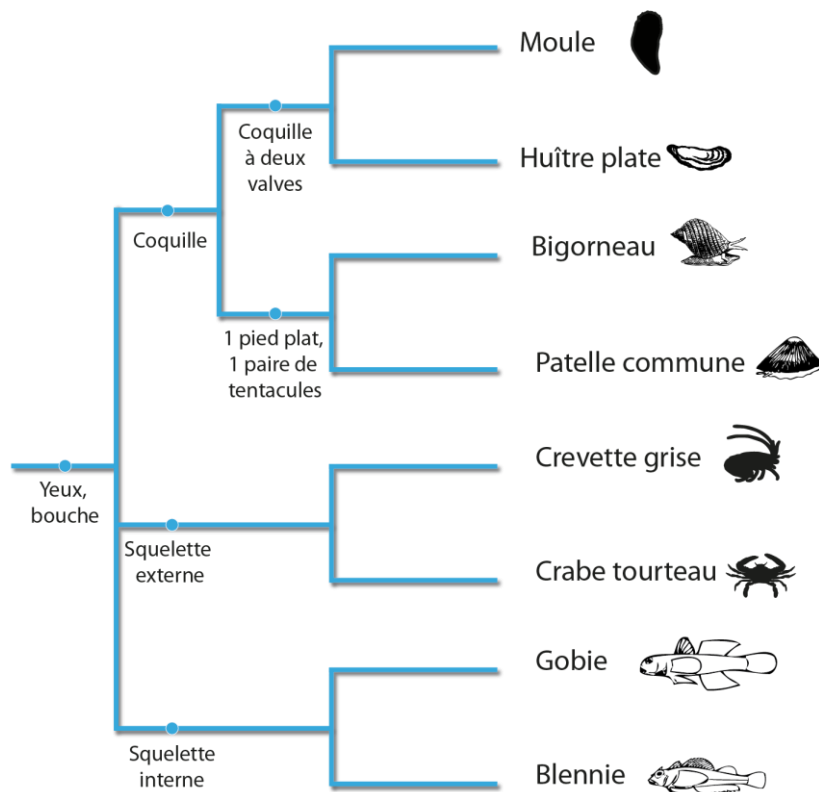
<https://www.vigienature-ecole.fr/les-observatoires/propos-des-gasteropodes/la-biologie-des-gasteropodes>

Pour permettre aux élèves de réaliser des observations et une classification des animaux de l'estran, on peut proposer des vignettes d'animaux de l'estran (ANNEXE 2). Puis leur proposer l'activité suivante :

- 1). Observer les animaux de la sélection à partir d'images projetées dans un diaporama ou d'animaux naturalisés.
- 2). Distribuer les planches animaux, les découper puis les laisser proposer un classement des animaux. Attention : pour classer des animaux, on se base sur les caractères qu'ils possèdent, et non sur ceux qu'ils ne possèdent pas.
- 3). Mettre en commun : les groupes proposent leurs réalisations sur des affiches par exemple. Ce temps permet de mettre en place un « débat ».

4). Reprendre la même planche mais cette fois accompagnée du tableau des caractères : le tableau guidera les élèves dans la réalisation de « boîtes ».

5). Terminer la séance par la réalisation d'un arbre de classification qui pourra servir de trace écrite.



Arbre de classification d'animaux de l'estran

© Sébastien TURPIN | Vigie-Nature École

Comment les animaux peuvent-ils survivre aux conditions de vie de l'estran ?

Pour vivre sur l'estran, il faut supporter l'immersion puis quelques heures après l'exondation :



- les écarts de températures (flaques au soleil)
- l'exposition aux vents
- la salinité de l'eau qui peut être très variable



Les techniques de survie sont :

- 1) S'enfouir (rechercher l'humidité en creusant le sable)
- 2) S'enfermer dans sa coquille (pour éviter de se dessécher, de nombreux mollusques s'enferment dans leur coquille gorgée d'eau à l'aide d'un opercule)
- 3) Rechercher un abri (dans les rochers, les tapis d'algues, les flaques)
- 4) Secréter du mucus (cette substance permet de conserver une humidité suffisante pour l'animal qui en produit)
- 5) Se fixer aux rochers (afin de lutter contre la force des vagues à l'aide de filaments, de ventouses ou de crampons)

Les activités possibles en classe peuvent être:

- des observations sur l'estran sableux à marée basse
- des études documentaires
- une réalisation de fiches d'identité des animaux de l'estran (voir ANNEXE 3)

<u>Nom</u> : Anémone	
<u>Photographie</u> 	<u>Dessin d'observation</u> 
<u>Nourriture</u> Elle mange des petits animaux.	<u>Mode de déplacement</u> Elle se déplace en se détachant des rochers pour se laisser porter par la mer.
<u>Lieu de vie</u> Elle vit sur les côtes rocheuses de la mer du Nord et de l'océan Atlantique.	<u>Divers</u> Son nom scientifique est l'Actinie. Elle a des tentacules et elle est molle.
<u>Classification</u> C'est un cnidaire : elle a un corps mou avec des tentacules.	

<u>Nom</u> : Crabe vert	
<u>Photographie</u> 	<u>Dessin d'observation</u> 
<u>Nourriture</u> Il mange des coquillages.	<u>Mode de déplacement</u> Il se déplace grâce à ses quatre paires de pattes.
<u>Lieu de vie</u> Il vit au bord de la mer.	<u>Divers</u> Il mesure de 4 à 8 cm.
<u>Classification</u> C'est un crustacé : il a une carapace et des pattes articulées.	

Exploration planctonique : pistes d'exploitations

- **Qu'est-ce que le plancton ?**

Le plancton marin est essentiellement composé d'organismes invisibles à l'œil nu et pourtant il est indispensable à la vie sur notre planète. Il produit la moitié de l'oxygène que nous respirons, il est à la base de toutes les chaînes alimentaires marines et abrite une biodiversité exceptionnelle.

- **Quelles observations en classe ?**

TARA explorations : les chroniques du plancton (petites vidéos de 5 min)

<http://planktonchronicles.org/fr/episode/le-plancton/>

Observer la « vie minuscule » : réaliser un élevage d'artémies



Les artémies sont des petits crustacés vivant majoritairement dans les lacs salés ou les marais salants. Elles sont considérées comme faisant partie du zooplancton. Elles se nourrissent principalement d'algues et peuvent survivre à des conditions extrêmes (- 190 ° C ou dans l'eau bouillante). Elles sont mangées par les poissons.

A l'âge adulte, elles mesurent 8 à 10 mm et peuvent être observées à l'aide de simples loupes.

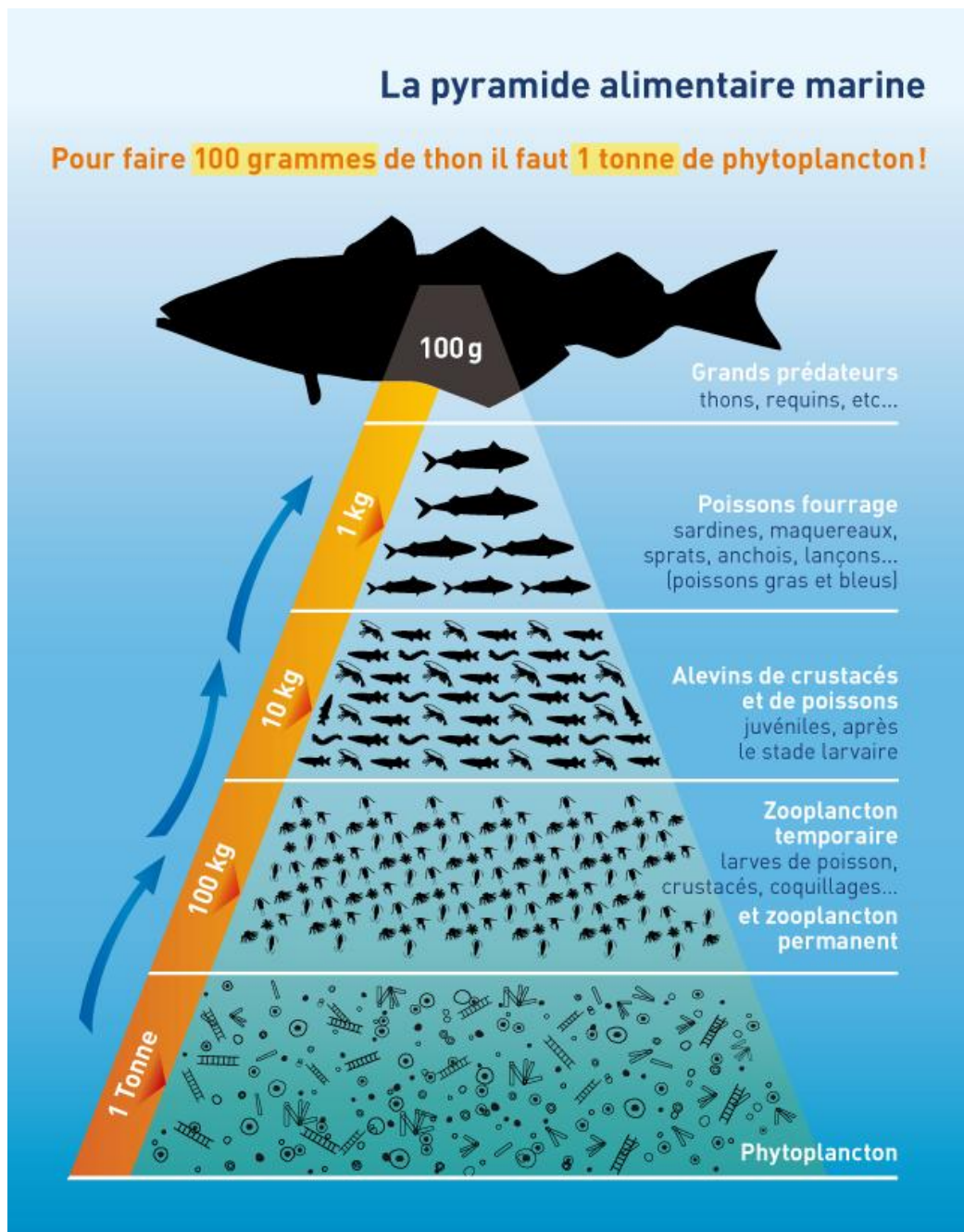
Leur corps est constitué de 20 segments, 10 paires de pattes et les branchies sont visibles à l'œil nu. Il est très intéressant de

faire dessiner les artémies aux élèves car cela nécessite une observation très précise, du vocabulaire.

Les activités possibles :

- Différencier les mâles et les femelles.
- Observer leur comportement.
- Étudier leur cycle de vie.
- Etudier les places dans la chaîne alimentaire

- Le plancton à la base des chaînes alimentaires



http://www.plancton-du-monde.org/module-formation/phyto_03.html

- **Un exemple de classification du plancton**

Définition :

- êtres vivants errants (du grec planktos) dans la colonne d'eau.

Classification :

Selon le mode de nutrition

plancton végétal êtres autotrophes >
êtres hétérotrophes >

Phytoplancton
Zooplancton

Selon la position dans la colonne d'eau

couches superficielles >
couches intermédiaires >
couches profondes >

Epiplancton
Mésoplancton
Bathyplancton

Selon la position par rapport à la côte

près des côtes > **Plancton néritique**
au large > **Plancton océanique**

Selon le cycle biologique

organismes planctoniques durant toute leur vie >
une partie de leur vie parmi le plancton >

Holoplancton
Méropiancton

Selon la taille

taille inférieure à 5 microns >
taille comprise entre 5 et 50 µm >
taille comprise entre 50µm et 1 mm >
taille comprise entre 1 et 5 mm >
taille supérieure à 5 mm >

Ultraplancton
Nanoplancton
Microplancton
Mésoplancton
Macroplancton

https://www.manche.fr/tatihou/iso_album/5-2planctonologie.pdf

- **Les conséquences du réchauffement climatique sur le phytoplancton et la production d'O₂ (cycle 4, lycée).**

« Selon une étude parue le 5 janvier 2018 dans Sciences, l'océan a perdu 2% de son oxygène au cours des cinquante dernières années. Les zones de haute mer où la teneur en oxygène est minimale ont augmenté d'une superficie équivalente à celle de l'Union européenne (4,5 millions de km²). Les zones mortes, totalement privées d'oxygène, ont plus que quadruplé au cours de la même période. »

D'après les chercheurs, le réchauffement climatique entrainerait une augmentation de la température de surface de l'eau et empêcherait l'oxygène d'atteindre les profondeurs de l'océan.

Plus d'informations ici :

<http://www.insu.cnrs.fr/node/8181#notes>

https://www.lesechos.fr/07/01/2018/lesechos.fr/0301108332363_l-oxygene-disparait-des-oceans-a-une-vitesse-alarmante.htm#

Exploration polaire : pistes d'exploitation second degré

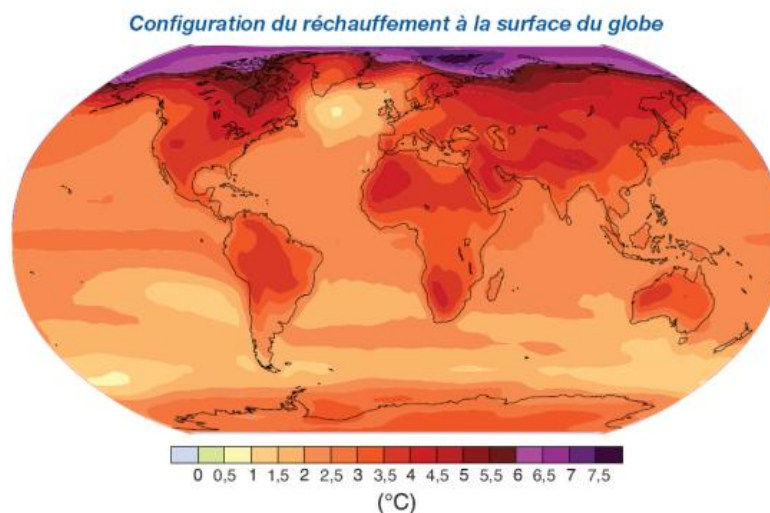
- **L'effet d'albédo au niveau des pôles et les conséquences du réchauffement climatique (cycle 4, lycée)**

L'albédo est la proportion de l'énergie solaire arrivant au sol qui est réfléchi vers l'atmosphère.

L'albédo de la neige varie de 40 à 90%, celui de la glace de 40 à 50%. L'albédo moyen à la surface du globe est de 10 à 15%. Dans les régions polaires, la neige et la glace renvoient donc dans l'atmosphère l'essentiel de la chaleur solaire reçue.

On constate actuellement que l'Arctique se réchauffe rapidement. La fonte de la banquise a un impact sur le bilan énergétique : l'albédo diminue (la surface des glaces est plus faible) et l'absorption d'énergie est plus importante au niveau de la mer. On observe un mécanisme similaire au niveau des terres polaires qui sont moins recouvertes de neige. Les sols dégagés, plus sombres, absorbent plus d'énergie solaire.

En Arctique, un début de réchauffement entraîne une série de réactions qui vont amplifier le réchauffement initial. On parle de boucle de rétroaction positive ou « effet boule de neige » : plus il fait chaud, plus la banquise fond, plus la banquise fond plus il fait chaud.



Évolution projetée de la température en surface pour la fin du XXIe siècle (2090-2099) par rapport à la période 1980-1999, selon les projections moyennes obtenues avec plusieurs modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan pour le scénario A1B du SRES. 4e rapport du GIEC, 2007

- **L'adaptation de certains poissons aux eaux glaciales de l'Antarctique (cycle 4, lycée).**

Les eaux autour de l'Antarctique constituent un milieu extrême pour de nombreux poissons. Certains poissons appelés notothénioides sont capables de vivre dans des eaux dont la température est inférieure à 0°C, grâce à des protéines antigel. D'autres comme les Channichthyidés, aussi appelés « poissons des glaces », possèdent du sang dépourvu de globules rouges, et donc d'hémoglobine.

Ces modifications physiologiques sont le résultat de mutations.

Pour en savoir plus :

<https://www.pourlascience.fr/sd/evolution/les-poissons-a-antigels-de-locean-austral-2995.php>

<http://glecointre.mnhn.fr/docs/diffusion/LecointrePLS.pdf>

Une proposition d'activité en classe de seconde : <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/accompagnement-pedagogique/accompagnement-au-lycee/seconde-2010/poissons-des-glaces>

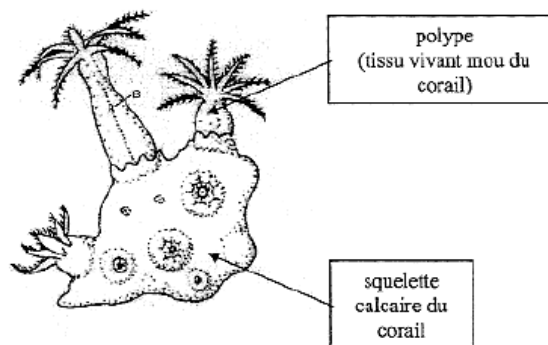
Exploration tropicale : pistes d'exploitation second degré

- **Le blanchissement des coraux (cycle 4, lycées)**

Les récifs coralliens sont des structures sous-marines qui se développent à faible profondeur.

Le corail est un organisme résultant de la symbiose d'un animal, le polype, avec des algues microscopiques, les zooxanthelles. Ces algues sont responsables de la couleur des coraux.

Les coraux secrètent un exosquelette de carbonate de calcium, dont l'étendue est à l'origine des grands récifs coralliens comme la Grande barrière de corail en Australie. Ces récifs sont des écosystèmes très riches en biodiversité.



Fragment de corail

D'après Lacaze-Futhiers in Beaumont Casier. Biologie animale.

Les polypes se nourrissent de zooplancton grâce à des cellules urticantes. Cependant, cette ressource est insuffisante dans les mers tropicales. L'association symbiotique avec une algue permet de satisfaire leurs besoins nutritifs.

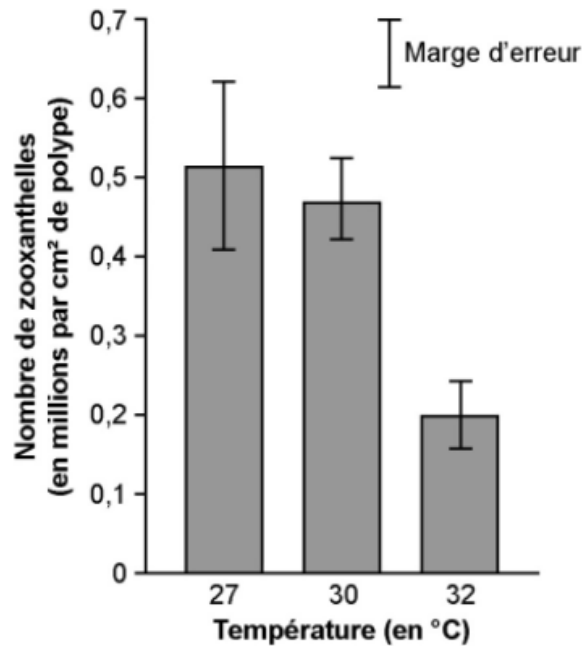
Les algues peuvent utiliser les déchets azotés et phosphatés du polype comme matière minérale, ainsi que le CO₂ libéré par la respiration. Grâce à la lumière, les algues produisent par photosynthèse de la matière organique glucidique, dont une partie est utilisée par le polype et de l'O₂, nécessaire à la respiration.



D'après <http://vieoceane.free.fr/paf/ficheb32.htm>

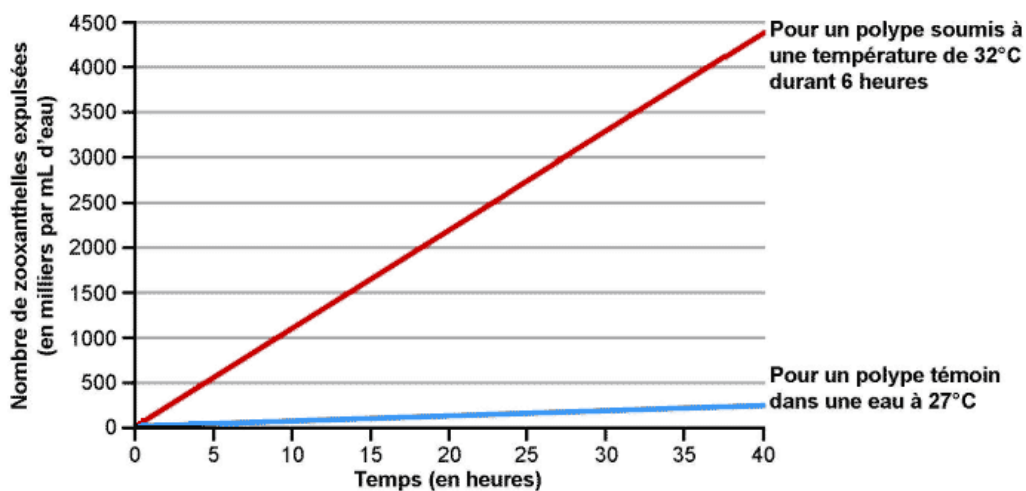
Le blanchissement est un processus de décoloration des coraux résultant de la perte des pigments photosynthétiques des algues microscopiques ou de l'expulsion de ces algues. A ce stade, le corail n'est pas mort : le polype va se nourrir avec ses tentacules, mais ce mode de nourriture est moins efficace.

Le corail est sensible aux variations de température. A partir d'un certain seuil, le corail subit un stress et expulse ses algues. Cette réaction peut se produire pour un dépassement de seulement 1°C de la température seuil durant quelques semaines.

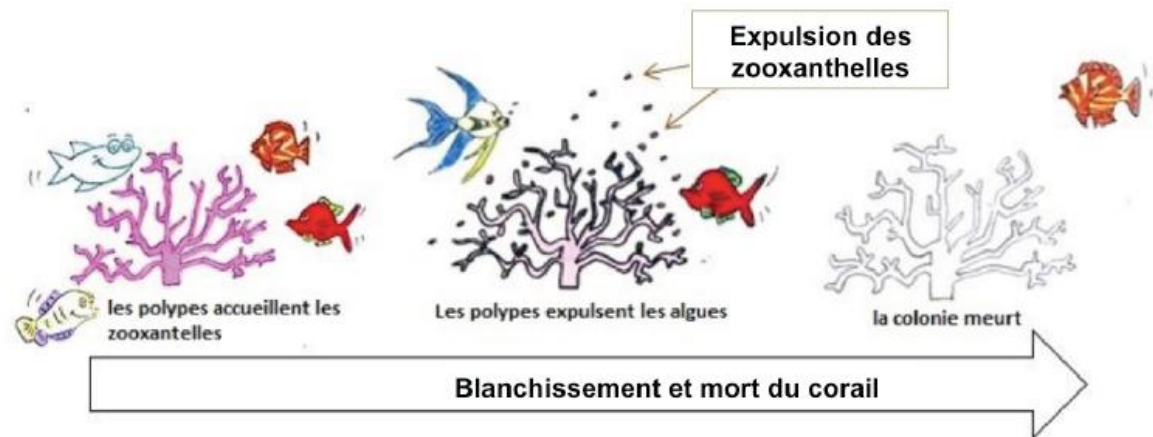


Nombre de zooxanthelles au sein du polype en fonction de la température

D'après O. Hoegh-Guldberg et G.J Smith, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1989



Nombre de Zooxanthelles expulsées d'un polype en fonction de la température, *d'après le site hdl.handle.net/2268/6023.*



Source : <http://www.coralguardian.org> (image modifiée)

L'augmentation de la température des eaux est liée au réchauffement climatique, ainsi qu'à un phénomène local climatique, El Niño. C'est un événement périodique qui revient tous les 2 à 7 ans et qui dure 6 à 18 mois. Ce phénomène climatique entraîne une augmentation de la température de surface sur une zone du Pacifique allant du centre du Pacifique jusqu'aux côtes du Pérou et de l'Équateur.

La conjugaison des deux phénomènes entraîne un impact important sur les récifs coralliens, notamment en Australie, où 93% de la barrière de corail est touchée par ce blanchissement avec des manifestations variables. Actuellement, les rejets croissants de gaz à effet de serre pourraient entraîner d'ici 20 ans la disparition d'une grande partie de cette barrière récifale.

Exploration abyssale : piste d'exploitation second degré

- **La biodiversité dans les fumeurs noirs**

Les fumeurs noirs, découverts pour la première fois en 1977, se développent sur les fonds océaniques, à proximité des dorsales. L'eau froide s'infiltré dans la croûte, se réchauffe au contact du magma et est expulsée à fortes pressions avec une température de 350-400 °C. Ce fluide hydrothermal acide est très riche en minéraux, qui précipitent au contact de l'eau de mer froide et forment des cheminées.



Source : Ifremer

Ces milieux sont très riches en biodiversité, malgré des conditions extrêmes (absence de lumière, températures élevées, pression extrême jusqu'à 420 kg/cm²).

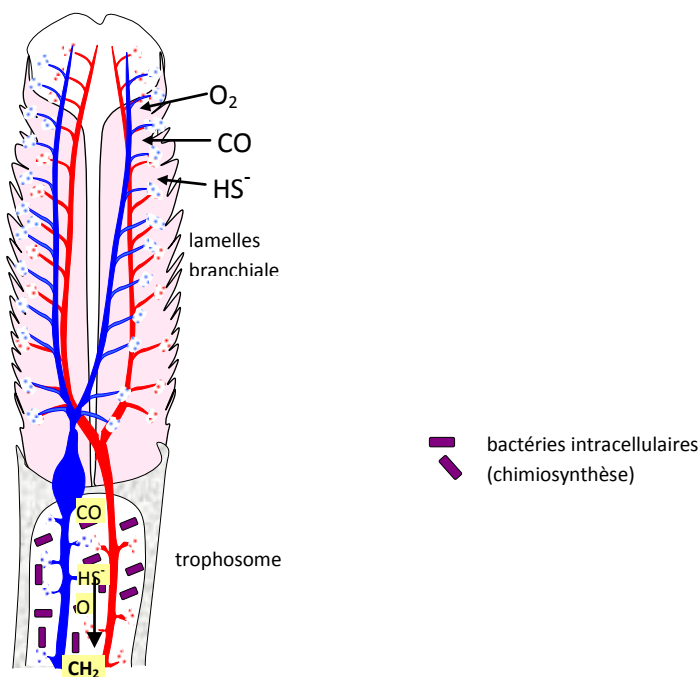
On trouve à la base de la chaîne alimentaire des bactéries et des archées. Ces bactéries chimiosynthétiques sont capables de fabriquer des molécules carbonées à partir de l'oxydation de sulfures d'hydrogène rejetés par les fluides hydrothermaux.

Certaines de ces bactéries vivent en symbiose avec un ver marin, Riftia .Ce dernier vit dans un tube souple dont émerge un panache tentaculaire rouge.



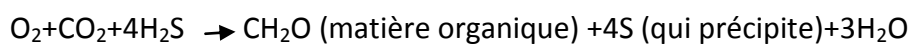
Il est dépourvu de tube digestif et utilise les molécules produites par les bactéries.

Au niveau de la branchie du ver, le système circulatoire transporte de l'O₂, du CO₂ et H₂S. Ces éléments arrivent jusqu'au trophosome, un tissu interne contenant de nombreuses bactéries.



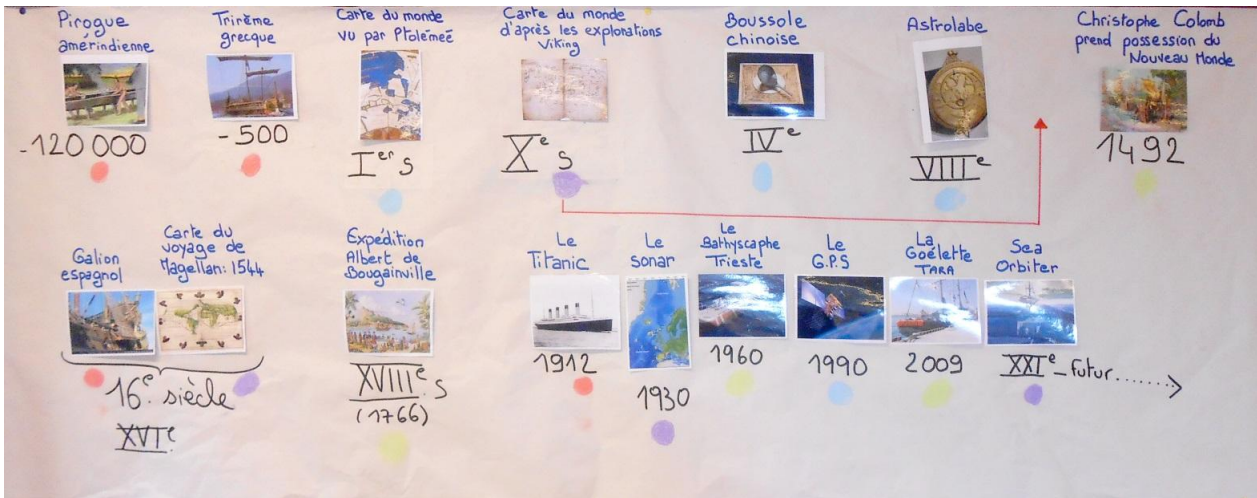
http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=1646

Dans le trophosome, on a la réaction suivante :



Les bactéries seront ensuite digérées et les molécules organiques produites passeront dans la circulation sanguine du ver.

Exploration cartographique : pistes d'exploitations



Frise réalisée par des élèves de CM1 – CM2 de l'école Jeanne Daufin à partir des planches documentaire de « l'océan, ma planète et moi... »

Ressources gratuites en lignes sous réserve d'inscription

- Réaliser une étude documentaire à partir des fiches documentaires 51 à 55 du site Internet « l'océan, ma planète et moi »

<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/24295/ocean-les-fiches-documentaires>



Pirogue au Bénin

Les premiers bateaux, des **pirogues**, ont été construits au Néolithique, il y a plus de 120 000 ans. Ils sont constitués d'un tronc d'arbre évidé à l'aide d'outils en pierre.

Pour se propulser, l'Homme utilise une longue **perche** appuyée au fond de l'eau. Bientôt, il invente la **rame** pour diriger son embarcation là où la profondeur d'eau est trop importante.

La pirogue est un grand pas en avant pour la pêche, l'exploration, le commerce.



Trirème grecque

Il y a 5 000 ans, on surélève les bords de la pirogue avec des planches supplémentaires : cette technique, le **bordage**, améliore la protection contre les vagues, et augmente beaucoup la capacité de l'embarcation.

Les rames sont multipliées (la trireme emploie 170 esclaves rameurs), mais pour profiter de la force du vent, on ajoute une ou plusieurs **voiles**.



Galion espagnol

Le **gouvernail**, bien que connu en Chine depuis 2000 ans, n'est introduit en Europe par les Arabes qu'au XI^{ème}s. Plus besoin de rameurs pour orienter le navire : un seul homme, le barreur, peut s'en charger.

Au XVI^{ème}s, le bordage permet de créer des ouvertures dans la coque, des **sabords**, sans la fragiliser : on peut y installer des canons. La marine de guerre est née.

Lors de la Révolution Industrielle, au XIX^{ème}s, les voiles sont remplacées par des roues à aube entraînées par des **machines à vapeur**.

Conséquences de l'action humaine sur la vie dans les océans

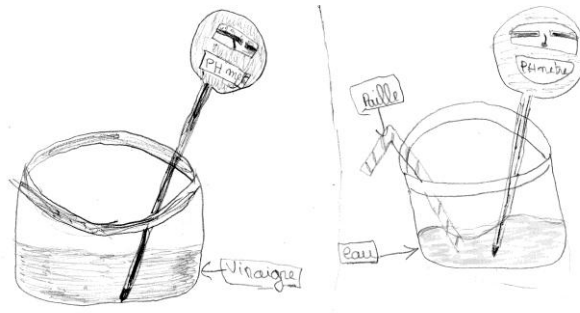
- Quelques expériences pour comprendre :

Emission de CO₂ et acidification des océans (activités humaines et changement climatique)



Matériel : un verre d'eau, une paille, un pHmètre (environ 10 euros en pharmacie)

Au début de l'expérience, le pH est à 7,6. Après avoir soufflé dans la paille pendant 2-3 min, le pH est descendu à 6,6.



Cette expérience permet de montrer que l'augmentation du CO₂ atmosphérique et donc dissous dans les océans entraîne une acidification de ces derniers.

Conséquences sur le vivant de l'acidification des océans

Placer trois coquillages dans trois solutions différentes :

- dans l'eau (bocal témoin)
- dans de l'eau mélangée à du vinaigre

- dans du vinaigre pur.

Au bout de quelques minutes, on peut voir la dissolution commencer (des bulles apparaissent, l'eau devient opaque...) ; au bout d'une nuit, le coquillage plongé dans le vinaigre a entièrement « disparu » (il a été dissous).

Compléter par une étude documentaire évoquant le sort des récifs coralliens (en lien notamment avec l'acidification des océans et le réchauffement planétaire).



Source : « *l'océan, ma planète... et moi !* » Fondation La main à la pâte

Notion de chaîne alimentaire :

Mangeurs / mangés (prédateurs / proies)
Producteurs, consommateurs, décomposeurs

Notion d'équilibre biologique:

proportion des mangeurs par rapport aux mangés
Proportion des producteurs chlorophylliens par rapport aux consommateurs
Température oxygène

L'aquarium d'eau de mer

Notion de répartition dans le milieu :

Animaux sur le fond de l'aquarium
Animaux enfouis dans le sable
Animaux sur les vitres de l'aquarium
Animaux sur les cailloux
Animaux en pleine eau
Animaux sur les végétaux
Végétaux : sur le fond, flottant dans l'eau, fixés sur les cailloux

Notion d'adaptation :

Modes de nutrition
Modes de respiration (poumons, air dissous, branchies)
Modes de déplacement : nageurs par ondulations, nageurs par sauts, nageurs avec pattes nataatoires, marcheurs sur le fond, glisseurs sous la surface, glisseurs sur supports fixés.
Modes de reproduction et de croissance : par œufs, par métamorphose (larves aquatiques)

ANNEXE 2 : VIGNETTE ANIMAUX POUR LA CLASSIFICATION DES ANIMAUX DE L'ESTRAN

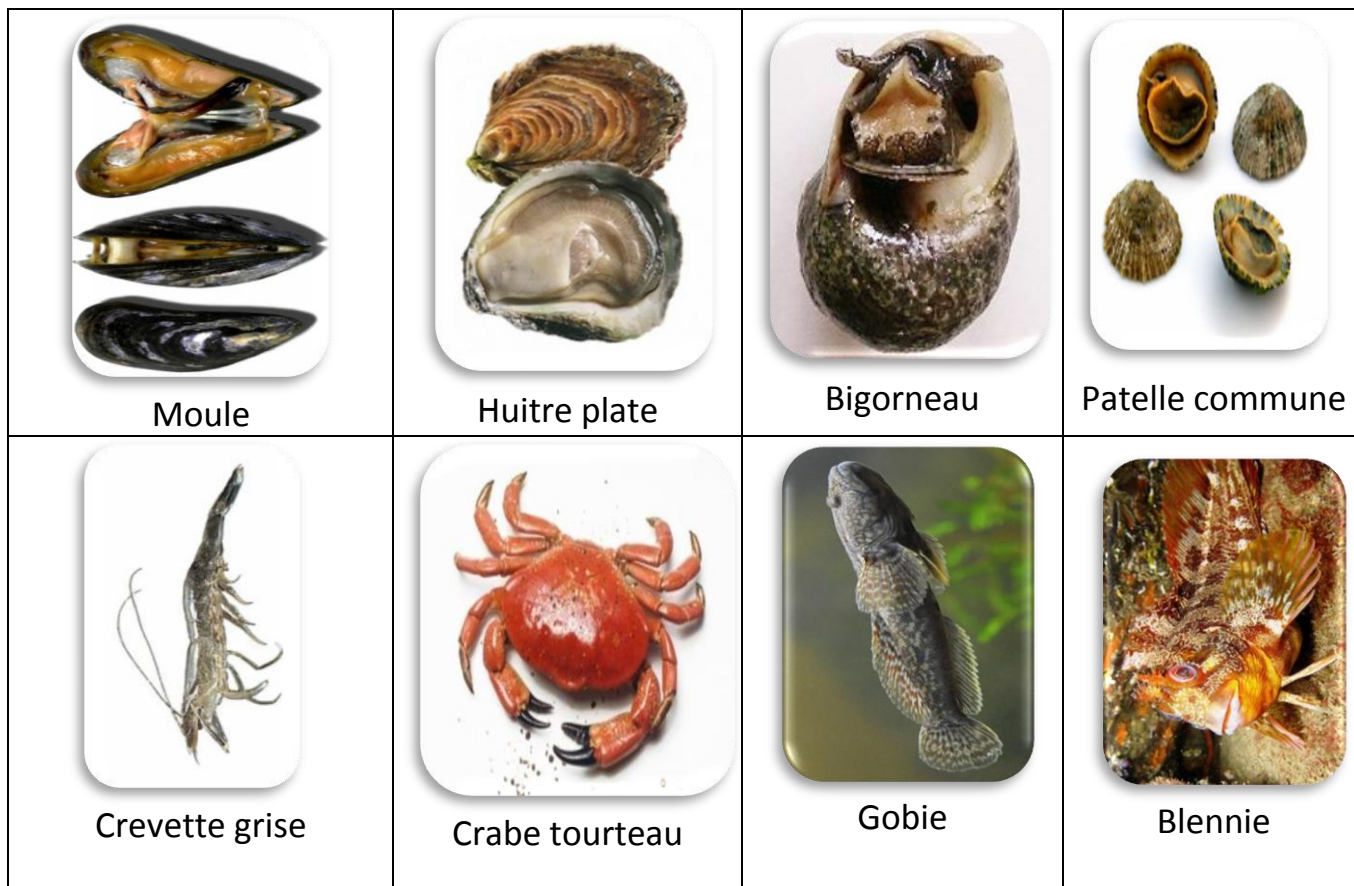


Tableau des caractères :

	moule	huitre	bigorneau	crevette	tourteau	gobbie	blennie
Yeux, bouche							
Coquille							
Squelette externe							
Squelette interne							
Coquille à deux valves							
1 pied plat, 1 paire de tentacules							

ANNEXE 3 : FICHE D'IDENTITE DES ANIMAUX DE L'ESTRAN

Nom :	
Photographie :	Dessin d'observation :
Nourriture :	Mode de déplacement :
Lieu de vie :	Adaptation :
Classification :	

POUR ALLER PLUS LOIN

Pour aller plus loin, des ressources...

- Sur la laisse de mer : <http://www.laligue-npdc.org/medias/files/LAISSE%20DE%20MER.pdf>
- Sur la mer (documents sur l'adaptation à l'immersion) : http://www.cpieflandremaritime.fr/IMG/pdf/100207_dossier_peda_mer_site_internet.pdf
- Un projet sur l'océan : <https://www.fondation-lamap.org/fr/ocean>
- Site de TARA exploration : des ressources pour tous les niveaux, des films, des liens en EDD <https://oceans.taraexpeditions.org/m/education/les-actualites/nouveau-dispositif-educatif-tara-pour-2017-2018/>
- Des activités sur la thématique de la mer en cycle 3 (projets d'écriture) : <http://www.ia29.ac-rennes.fr/jahia/Jahia/Accueil/pedagogie-formation/socle-commun/pid/21142>
- Education à l'environnement et au développement durable, Édition SED 2014 (mallette pédagogique contenant du matériel expérimental, des ressources documentaires et un guide clé en main sur l'éducation au développement durable (biodiversité, climat-énergie, eau...).
- De nombreuses fiches pédagogiques sur les océans et leur préservation : <https://www.nausicaa.fr/scolaires/ressources-pedagogiques/>
- Emissions « C'est pas sorcier » : de nombreuses émissions ont été consacrées à l'océanographie, agrémentées d'expériences amusantes et instructives
 - La Méditerranée, de la plage aux abysses (2010)
 - Energies de la mer : des océans au courant (2009)
 - La pisciculture : des poissons bien élevés ? (2008)