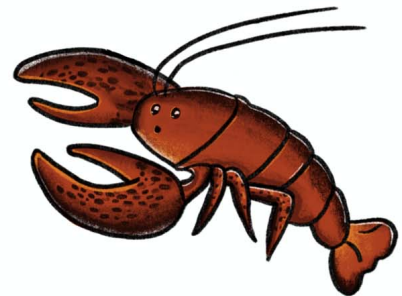
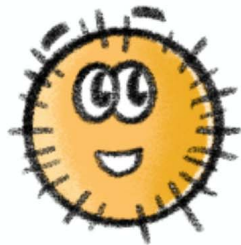


# Les écoservices

Des expériences innovantes  
et motivantes pour la jeune relève  
scientifique du Québec





Le programme NovaScience du ministère de l'Économie et de l'Innovation a pour principal objectif de contribuer au développement de la relève en science et en technologie ainsi qu'à son intégration sur le marché du travail.

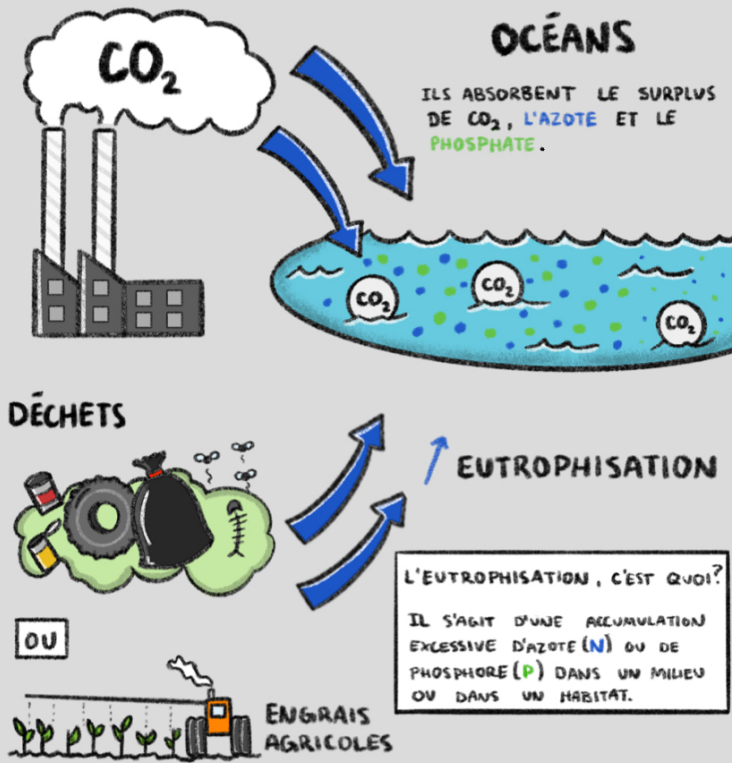
Notre projet d'une durée de 2 ans qui avait pour titre « **Les écoservices : des expériences multidisciplinaires innovantes et motivantes pour la jeune relève scientifique du Québec** » a été financé au volet 2 du programme NovaScience en janvier 2021. Il consistait en la réalisation d'expériences novatrices sur le thème des écoservices, c'est-à-dire comment des espèces rendent service à d'autres espèces en milieu aquatique. Ces expériences pourraient très bien être reproduites avec d'autres espèces en milieu terrestre. L'idée était de créer des expériences pour « utiliser » des espèces indigènes, proches (géographiquement) de nos établissements d'enseignement, qui peuvent rendre des services à d'autres espèces animales, fongiques, bactériennes ou végétales ! Ce projet a été créé afin de promouvoir la culture scientifique et la culture de l'innovation chez les étudiantes et les étudiants collégiaux des programmes préuniversitaires des sciences de la nature et de la technique d'aquaculture du Cégep de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine.

# LES ALGUES MARINES AU SECOURS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DE L'EUTROPHISATION

DANS CETTE EXPÉRIENCE ONT ÉTÉ VUES DES NOTIONS DE BIOLOGIE, DE CHIMIE ET DE MATHÉMATIQUES.

## MISE EN SITUATION

VOICI UN SCHEMA REPRESENTANT LES CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES DE LA BIOSPHÈRE.



LES ÉTUDIANTES ET LES ÉTUDIANTS DES COURS DE CHIMIE ET DE BIOLOGIE SE SONT DEMANDÉ QUELLES ESPÈCES D'ALGUES MARINES POURRAIENT NOUS RENDRE SERVICE EN ATTÉNUANT:

- 1) L'EUTROPHISATION [EXCÈS DE N ET DE P DANS L'EAU].
- 2) L'IMPACT DU CO<sub>2</sub> CAPTURÉ DANS LES OCÉANS.



APRÈS AVOIR EFFECTUÉ UNE RECHERCHE DANS LA LITTÉRATURE, DIVERSES HYPOTHÈSES ONT ÉTÉ AMENÉES PAR LES ÉTUDIANTES ET LES ÉTUDIANTS.

### HYP # 1

LES ALGUES ABSORBERONT LE PHOSPHORE ET L'AZOTE CONTENUS DANS LES AQUARIUMS.

### HYP # 2

LES ALGUES SONT DE BONNES ALLIÉES DANS LA LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES, CAR ELLES CAPTENT LE CARBONE AU COURS DE LA PHOTOSYTHÈSE.

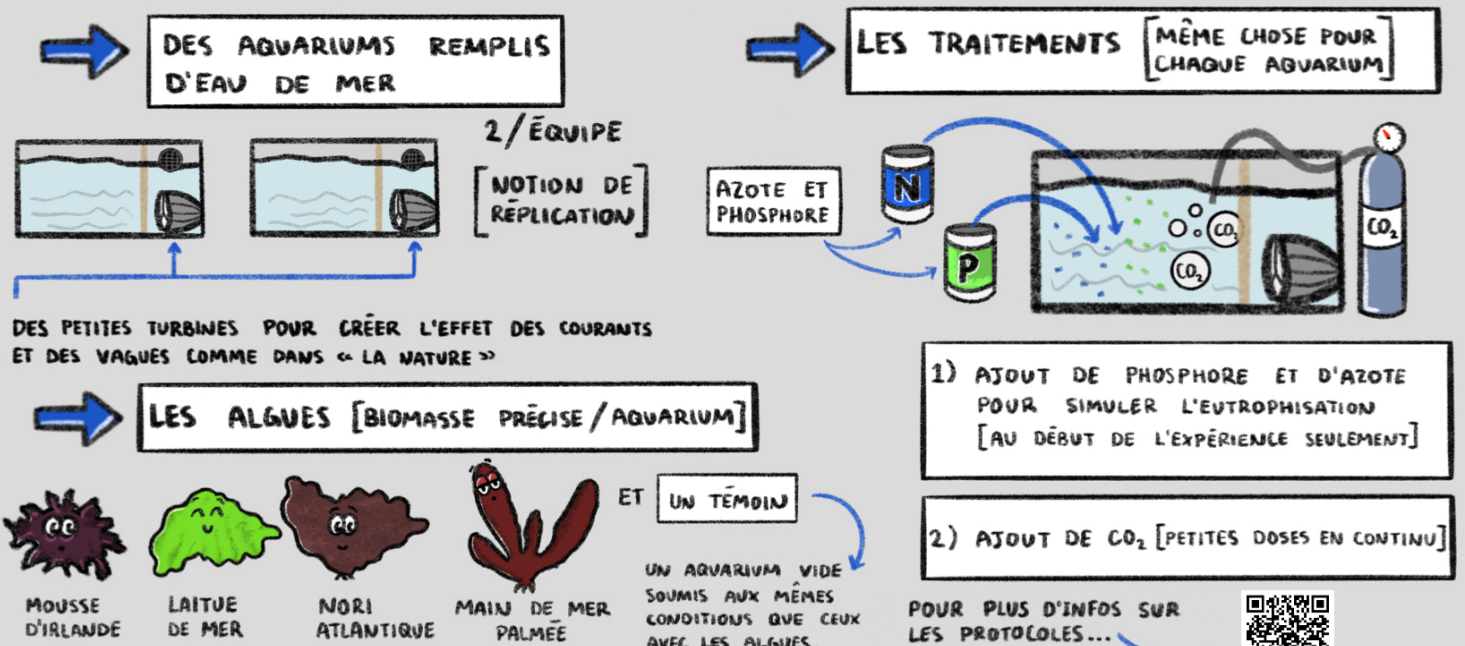
### HYP # 3

LE CO<sub>2</sub> PRÉSENT DANS LES AQUARIUMS SERA ABSORBÉ EN GRANDE PARTIE PAR LES ALGUES POUR LA PHOTOSYTHÈSE.

### HYP # 4

LES ALGUES DEVRAIENT RÉDUIRE L'EUTROPHISATION, CAR ELLES ABSORBENT L'EXCÈS D'AZOTE ET DE PHOSPHORE DONT SE NOURRISSENT LES ALGUES EUTROPHISANTES.

## COMMENT A-T-ON PROCÉDÉ POUR RÉPONDRE À CES HYPOTHÈSES?



LES ÉTUDIANTES ET ÉTUDIANTS ONT EFFECTUÉ DES SUIVIS AFIN DE RÉPONDRE À LEURS HYPOTHÈSES

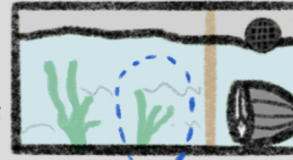
DURÉE DE L'EXPÉRIENCE : DEUX SEMAINES

1) EUTROPHISATION



EAU ET DOSAGE DU PHOSPHORE ET DE L'AZOTE À L'AIDE DE LA TROUSSE DE COLORIMÉTRIE

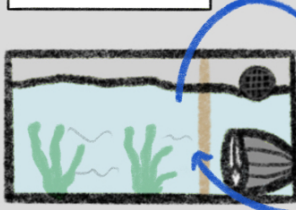
3) EFFET SUR LA BIOMASSE



MASSE DES ALGUES AVANT/APRÈS

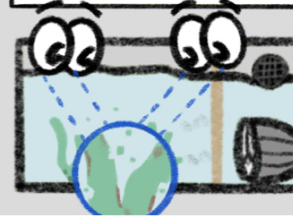


2) EFFET DU CO<sub>2</sub>



TITRAGE AFIN DE DÉTERMINER LE CO<sub>2</sub> DISSOUS  
pH: UTILE, CAR LE CO<sub>2</sub> ACIDIFIE L'EAU

4) OBSERVATIONS QUALITATIVES SUR LES ALGUES



OBSERVATIONS QUALITATIVES SUR LES ALGUES  
[PRÉSENCE DE DÉGRADATION, DE TACHES, ETC.]

REPRÉSENTATION DES PERFORMANCES DE CHAQUE ALGUE COMME UNE COURSE EN ATHLÉTISME

COURSE CO<sub>2</sub>

1 COULOIR MOUSSE D'IRLANDE

2 COULOIR LAITVE DE MER

3 COULOIR NORI ATLANTIQUE

4 COULOIR MAIN DE MER PALMÉE



MINI-DÉPLACEMENT

EST RESTÉE AU POINT DE DÉPART...



REPRÉSENTATION DES PERFORMANCES DE CHAQUE ALGUE COMME UNE COURSE EN ATHLÉTISME

COURSE EUTROPHISATION

1 COULOIR MOUSSE D'IRLANDE

2 COULOIR LAITVE DE MER

3 COULOIR NORI ATLANTIQUE

4 COULOIR MAIN DE MER PALMÉE



OK POUR N, MAIS PAS POUR P



# Les créatures marines font-elles le ménage?



Est-ce que ces rejets pourraient servir de nourriture à d'autres organismes?

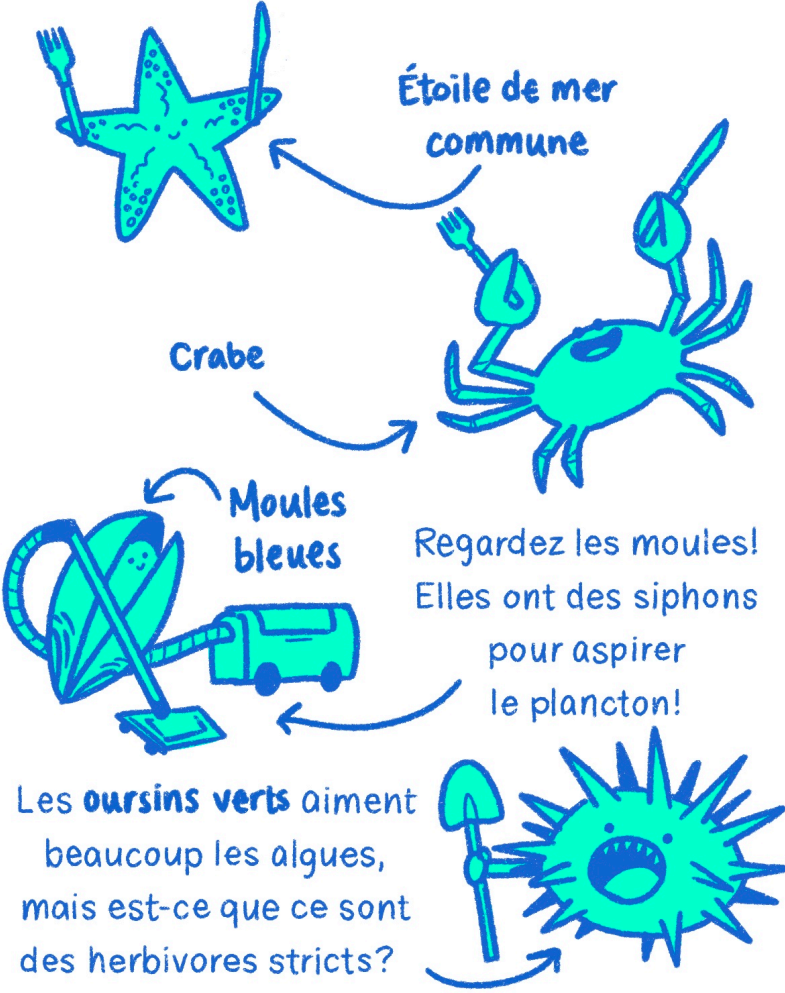
Il y a sûrement encore des éléments nutritifs intéressants?

Allons observer les organismes dans les bassins!

Ont été vues dans cette expérience des notions de biologie animale et de chimie.



Peut-être que les algues pourraient utiliser les composés azotés et le phosphore?



Étoile de mer commune

Crabe

Moules bleues

Regardez les moules! Elles ont des siphons pour aspirer le plancton!

Les oursins verts aiment beaucoup les algues, mais est-ce que ce sont des herbivores stricts?



Goucou!

## Étape 1: Filtrer



## Étape 2: Mesurer la matière solide

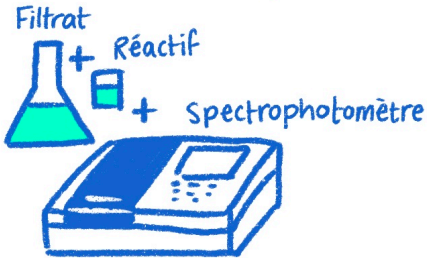



Avant




Après

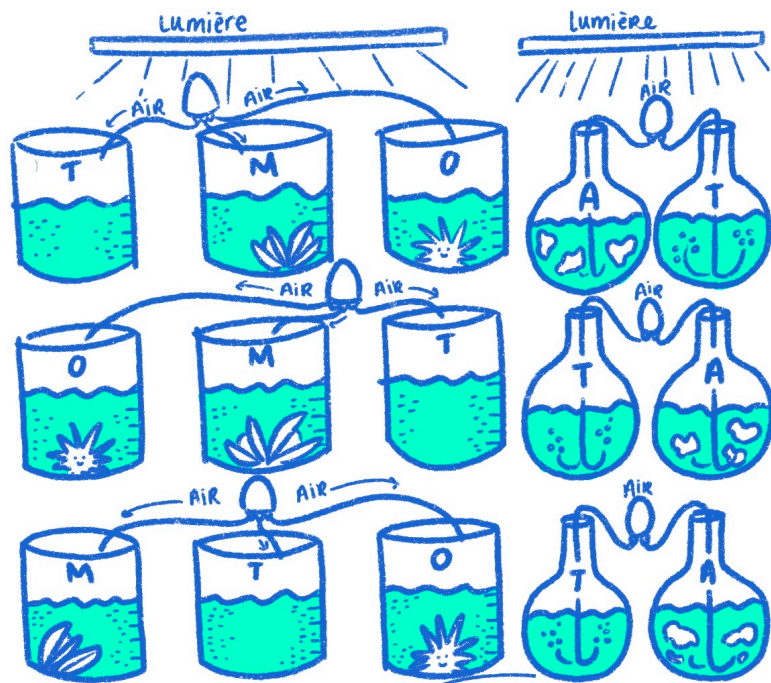
## Étape 3: Mesurer les éléments dissous



 =  $\text{NH}_3^- \text{NH}_4^+$   
ammoniaque  
composés azotés

 =  $\text{PO}_4^{3-}$   
Phosphore

## Dans une pièce à 10°C



M = Moules bleues

O = Oursins verts

T = Rejets sans organismes, les témoins

A = Algue = Ulva sp. = laitue de mer

Ne pas oublier de  
prendre des photos  
de chaque récipient!



## Une semaine plus tard...

Wow!



Même si les oursins ont généré des fèces, ils sont parvenus à réduire de 10% les rejets solides. Toutefois, ils ont augmenté les rejets dissous.

Enfin, les moules ont augmenté les rejets particuliers. En plus, elles ont rejeté près de quatre fois plus d'ammoniaque que les oursins.



Les algues ont réduit de 80% l'ammoniaque dans les rejets.



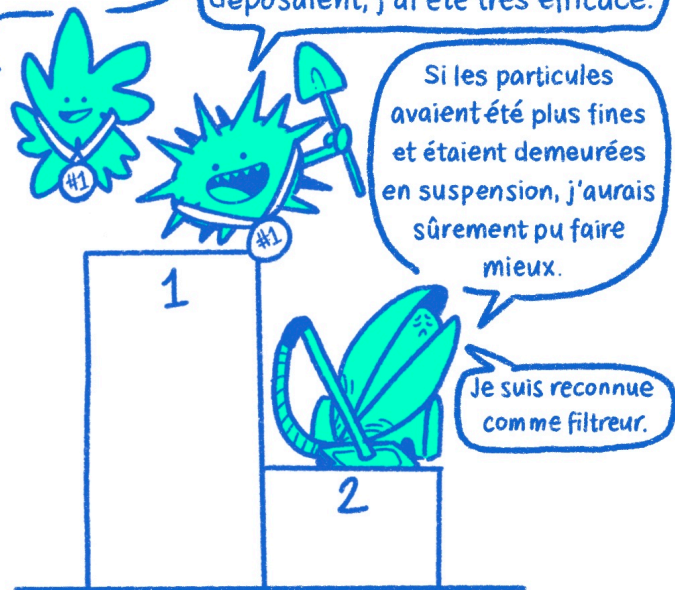
Je suis une championne pour absorber rapidement les rejets dissous!

## Podium

Comme ma bouche est sur le fond, là où les particules se déposaient, j'ai été très efficace.

Si les particules avaient été plus fines et étaient demeurées en suspension, j'aurais sûrement pu faire mieux.

Je suis reconnue comme filtreur.



## Aquaculture multitrophique intégrée (AMTI)

Principe en élevage où plusieurs espèces à des niveaux trophiques différents (besoins alimentaires différents et complémentaires) sont combinées ou élevées en séquence afin de maximiser les nutriments distribués.

# LES HOMARDS EN VIVIERS : QUE NOUS CACHENT-ILS ?

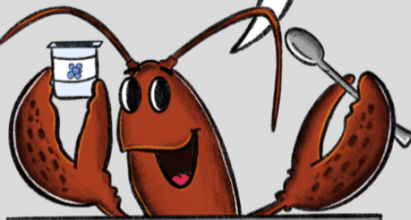
DANS CETTE EXPÉRIENCE ONT ÉTÉ VUES DES NOTIONS DE BIOCHIMIE, DE MICROBIOLOGIE, DE BIOLOGIE ANIMALE ET DE MATHÉMATIQUES.

EXISTE-T-IL UN LIEN ENTRE UN HOMARD ET UN YOGOURT ?



EST-CE QUE J'AI DES BACTÉRIES BÉNÉFIQUES DANS MON SYSTÈME DIGESTIF COMME DANS UN YOGOURT PROBIOTIQUE ?

BACTÉRIES BÉNÉFIQUES



LE HOMARD, D'AMÉRIQUE DES VIVIERS DES ÎLES-DE-LA-MADELINE

## COMMENT A-T-ON PROCÉDÉ POUR ET RÉPONDRE À CES HYPOTHÈSES ?

DES SPÉCIALISTES MICROBIOLOGISTES DU CTEAU ET DE MERINOV

FATMA      JIM      JULIE



NOUS ONT GUIDÉS DANS LES EXPÉRIENCES À RÉALISER.

LES RÉFÉRENCES COMPLÈTES DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE DES ÉTUDIANTES ET ÉTUDIANTS.

<sup>1</sup> LAROSE, I. (2020). PIC HISTORIQUE DE LA VALEUR DES DÉBARQUEMENTS AUX ÎLES. RADIO-CANADA.CA; RADIO-CANADA.CA. <https://iclr.radio-canada.ca/nouvelle/1847839/bilan-peche-2021-les-de-la-madeline-sebaste-retombes-economique>

<sup>2</sup> MILLETTE, M. (2007). ÉTUDE DE BACTÉRIES LACTIQUES À POTENTIEL PROBIOTIQUE ET DE LEURS MÉTABOLITES [INRS-INSTITUT ARMAND-FRAPPIER]. [https://espace.inrs.ca/10/EP/INT/2531/MILLETTE\\_MATHEU-COMBIN938A9.PDF](https://espace.inrs.ca/10/EP/INT/2531/MILLETTE_MATHEU-COMBIN938A9.PDF)

<sup>3</sup> LORIZZO, M., ALBANESE, G., TESTA, B., IANIRO, M., LETIZIA, F., SUCCI, M., TEGHONTE, P., D'ANDREA, M., IAFFALDANO, N., & COPPOLA, R. (2021). PRESENCE OF LACTIC ACID BACTERIA IN THE INTESTINAL TRACT OF THE MEDITERRANEAN TROUT (*Salmo macrostigma*) IN ITS NATURAL ENVIRONMENT. LIFE, 11(7), 667. <https://doi.org/10.3390/life11070667>



DES ÉTUDIANT(E)S ONT ALORS ÉPLUCHÉ LA LITTÉRATURE AFIN D'EN SAVOIR PLUS SUR LA QUESTION...

AIMÉE



WOW! CE SERAIT VRAIMENT SUPER DE TROUVER, DANS LE HOMARD, DES BACTÉRIES BÉNÉFIQUES POUR NOTRE SANTÉ! AVEC LE VOLUME D'HOMARDS DÉBARQUÉS CHAQUE ANNÉE, IL Y A UN MATEUR POTENTIEL! (LAROSE, 2021)<sup>1</sup>

ANGÉLIQUE



SELON LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE, LES BACTÉRIES TELLES QUE LES PROBIOTIQUES ONT VRAIMENT DES EFFETS BÉNÉFIQUES SUR NOTRE SANTÉ! J'AI TROUVÉ "500" ÉTUDES SUR LE SUJET! ENTRE AUTRES: (MILLETTE, 2007)<sup>2</sup>

ANTONIN

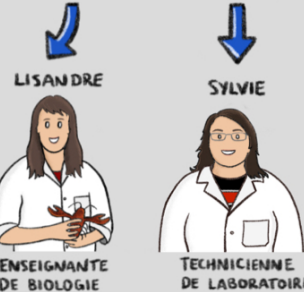


PLUSIEURS ÉTUDES ONT ÉTÉ RÉALISÉES SUR D'AUTRES ESPÈCES. EX: POISSONS, OLIVES, CRÉVETTES ET AUTRES PRODUITS DE LA MER. IL Y AVAIT DES BACTÉRIES BÉNÉFIQUES DANS CES ORGANISMES. ENTRE AUTRES: (LORIZZO et al., 2021)<sup>3</sup>

À LA SUITE DE LEURS LECTURES, LES ÉTUDIANT(E)S ONT ÉMIS LES HYPOTHÈSES SUIVANTES:

- A) IL Y A DES BACTÉRIES LACTIQUES (PROBIOTIQUES) DANS L'ESTOMAC ET L'INTESTIN DU HOMARD AMÉRICAIN EN VIVIER.
- B) IL Y A DES BACTÉRIES LACTIQUES (PROBIOTIQUES) DANS LA BOUCHE ET L'ANUS DU HOMARD AMÉRICAIN EN VIVIER.

## D'AUTRE PART, AU CAMPUS DES ÎLES...



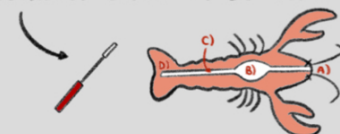
AVEC L'AIDE D'ANGÉLIQUE D'AIMÉE ET D'ANTONIN



ONT EUTHANASIÉ LES HOMARDS SELON UNE MÉTHODE SANS DOULEUR DÉVELOPPÉE À UPEL

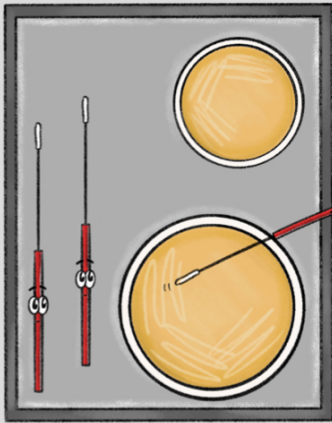
ENSUITE, POUR LES PRÉLÈVEMENTS, DES PETITS ÉCOUVILLONS STÉRILES ONT ÉTÉ FROTTÉS DANS :

- A) LA BOUCHE
- B) L'ESTOMAC
- C) L'INTESTIN
- D) L'ANUS DU HOMARD





## PLAN DE TRAVAIL STÉRILE



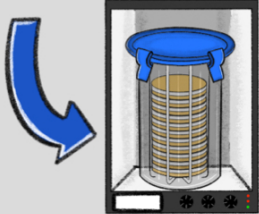
GÉLOSE\* DANS UN PÉTRI

ÉDOUVILLONS

\*UNE GÉLOSE, C'EST UNE SUBSTANCE QUI RESSEMBLE À DU JELLO. C'EST UN MILIEU NUTRITIF PROPICE À LA CROISSANCE DES BACTÉRIES!

LES PRÉLÈVEMENTS ONT DONC ÉTÉ APPLIQUÉS SELON UNE MÉTHODE PRÉCISE SUR LES GÉLOSES.

LES GÉLOSES + LES PRÉLÈVEMENTS ONT ÉTÉ MIS À L'INCUBATEUR POUR 72H, À UNE TEMPÉRATURE PRÉCISE ET DANS UNE JARRE ANAÉROBIQUE.



PENDANT CE TEMPS...

MYSTÈRE! Y AURA-T-IL DES BACTÉRIES QUI VONT POUSSER SUR LES GÉLOSES?

DES PETITS COCCIS?

ON S'ATTENDAIT PLUTÔT À DES BACILLES... OUPS!



MAIS QUI SOMMES-NOUS? D'AUTRES TESTS POUSSÉS SERONT NÉCESSAIRES POUR LE DÉCOUVRIR!

→ TEST CATALASE : DES BULLES AU CONTACT DU PEROXYDE ?

→ TEST OXYDASE : JAUNE ou MAUVE } APRÈS L'APPLICATION D'UN PRODUIT RÉACTIF?

→ TEST COAGULASE : DU SÉRUM COAGULE AU CONTACT DES BACTÉRIES?

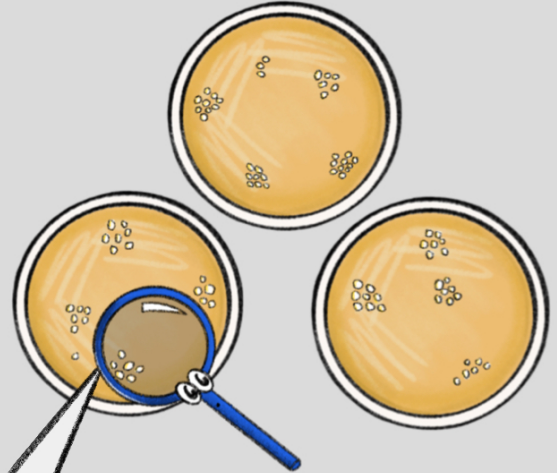
→ ANALYSES MICROSCOPIQUES : GRAM<sup>+</sup> ou GRAM<sup>-</sup>? (AVEC LA COLORATION)

LES COLONIES POUSSENT-ELLES AVEC DE L'OXYGÈNE?

ROULEMENT DE TAMBOUR...

# 72H PLUS TARD...

DES BACTÉRIES ONT POUSSÉ! YÉÉÉ!



## MALHEUREUSEMENT!!!

CE NE SONT PAS DES BACTÉRIES PROBIOTIQUES (AHHH ZUT!), MAIS DES STAPHYLOCOQUES À COAGULASE NÉGATIVE.

UN STAPHYLOCOQUE, C'EST QUOI?



STAPHYLO- PROVIENT DU GREC « STAPHULÈ », QUI SIGNIFIE GRAPPE DE RAISINS!

-COQUE DÉSIGNE DES BACTÉRIES DE FORME RONDE!



IL S'AGIT DONC DE BACTÉRIES RONDLES QUI SE RASSEMBLENT EN GRAPPES.

LES HYPOTHÈSES DE DÉPART SONT DONC INFIRMÉES.

LE HOMARD DES VIVIERS DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE



POUR PLUS D'INFOS SUR LE PROTOCOLE EN LABORATOIRE...



IL NE POSSÈDE PAS DE BACTÉRIES DE TYPE PROBIOTIQUE DANS SON SYSTÈME DIGESTIF.

IL POSSÈDE PLUTÔT DES BACTÉRIES PRÉSENTES UN PEU PARTOUT ET GÉNÉRALEMENT INOFFENSIVES POUR UN INDIVIDU EN BONNE SANTÉ.

LES HOMARDS AVAIENT ÉTÉ PÊCHÉS DEPUIS PLUSIEURS SEMAINES.

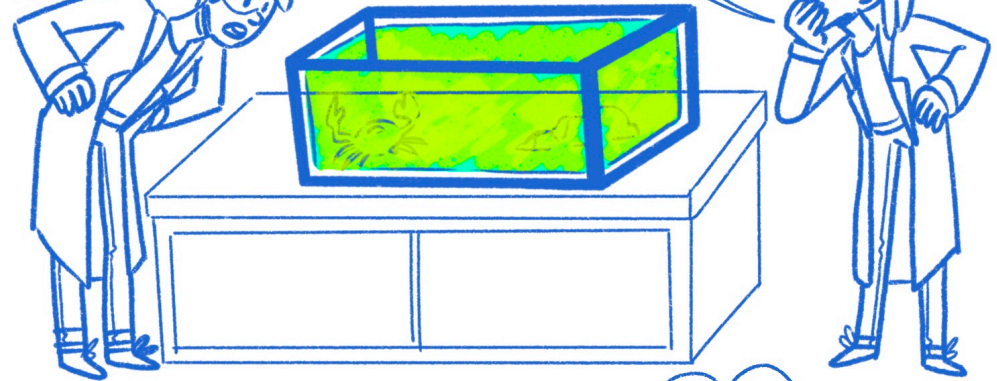
LA RÉPONSE SERAIT PROBABLEMENT DIFFÉRENTE POUR DES HOMARDS FRAÎCHEMENT PÊCHÉS.

# Des petits amis qui lavent nos vitres

Ah non!  
Il y a tellement  
d'algues sur les vitres  
qu'on ne voit plus rien!

Il faudra brosser l'aquarium,  
mais elles risquent de revenir  
rapidement!

À moins qu'il y ait  
une solution naturelle  
qui s'occuperait de faire le  
travail pour nous?



Ont été vues dans cette  
expérience des notions  
de biologie animale,  
de phycologie et de  
mathématiques.



Récolte d'organismes sur le littoral gaspésien



Est-ce que certains  
de ces invertébrés pourraient  
nous aider à contrôler les algues  
dans les bassins?



Je filtre l'eau à l'aide  
de mes tentacules  
pour récupérer  
du plancton.



Anémone plumeuse

Je filtre le plancton  
dans l'eau.



Moule bleue

Je ne suis pas  
difficile.



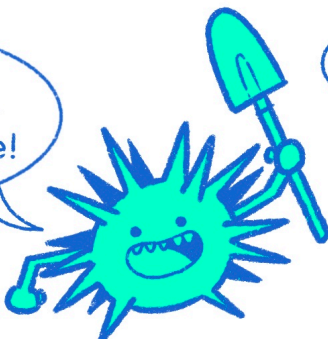
Gammare

Je raffole surtout  
des moules!



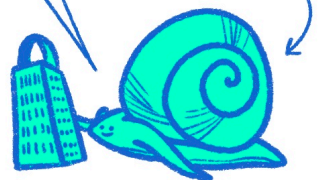
Étoile de mer  
commune

Je suis  
un herbivore  
par excellence!



Oursin vert

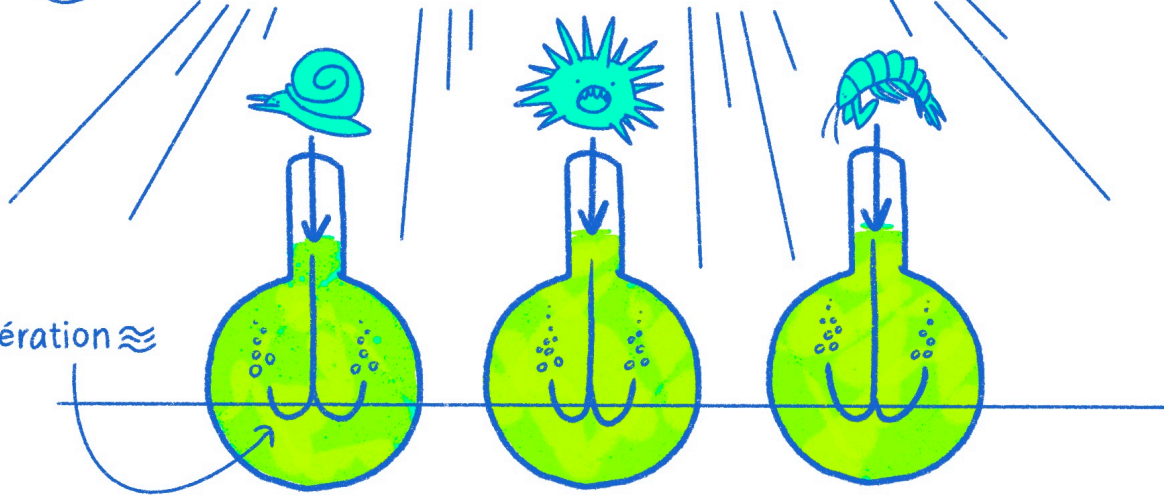
Je suis herbivore  
moi aussi!



Littorine  
Commune

Lumière 

Aération  $\approx$



Littorines

Oursins

Amphipodes

**30 minutes plus tard...**

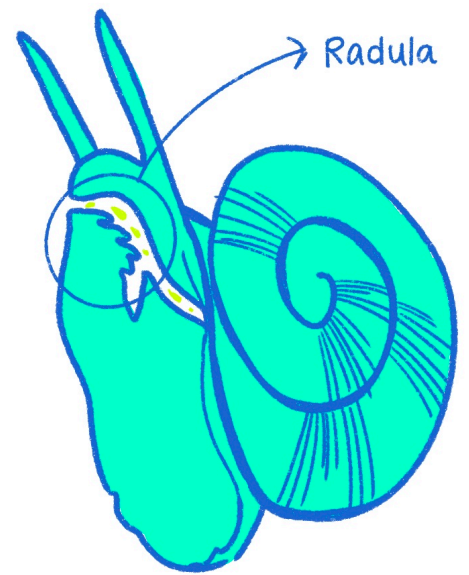
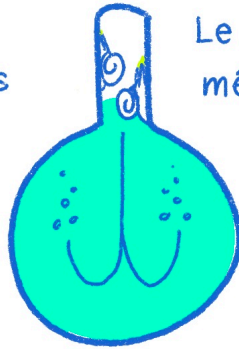
Wow!

Les littorines ont déjà commencé à manger les algues avec leur radula.



**48 heures plus tard...**

Elles ont tout mangé! Le ballon est propre, même dans le haut.

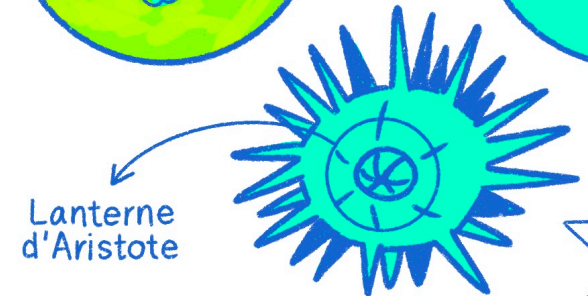
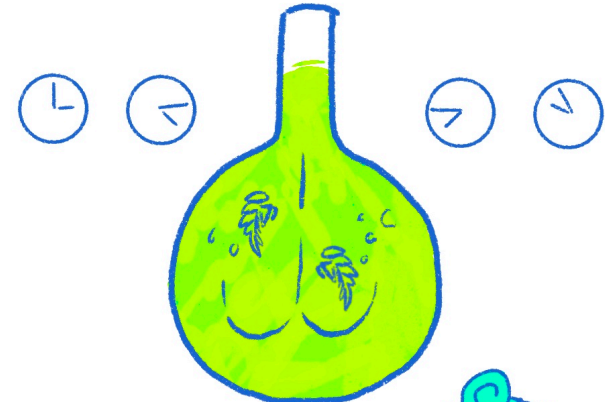
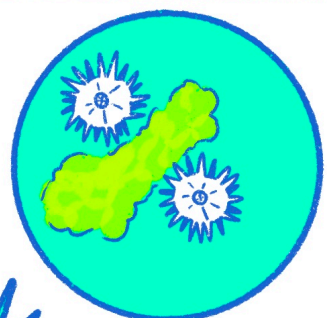
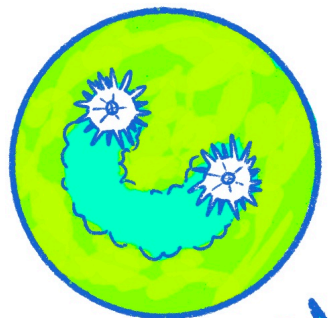


Les oursins aussi contrôlaient bien les algues avec leur lanterne d'Aristote.

Les amphipodes ne semblent pas manger, aucune différence n'est observée pendant la semaine...

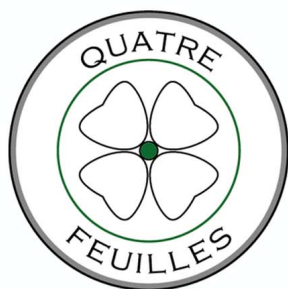
Dessous du ballon après **48 heures**

Dessous du ballon à la fin de la semaine



En conclusion: les gastéropodes herbivores, comme les littorines, sont des champions pour nettoyer les algues sur les parois des aquariums d'eau salée!

Merci aux partenaires de ces expériences:



Avec la participation financière de



Enseignantes

**Lisandre Gilmore Solomon**

**Isabelle Gendron-Lemieux**

Illustrations

**Odile Dion-Achim**

**Océane Boudreau**

Révision linguistique

**Chantal Nadeau**

Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine  
2021-2022