

Les réseaux alimentaires des espèces liées à l'océan

Une séquence du projet *L'océan, ma planète... et moi !*

Résumé

En utilisant le jeu de cartes déjà mis en œuvre aux étapes précédentes, les élèves explorent des exemples d'interactions possibles entre espèces. Ils construisent un réseau alimentaire à partir des informations données sur les cartes. Ils découvrent également les notions de parasitisme et de symbiose. Différentes modélisations d'un écosystème (dont le réseau alimentaire construit) permettent d'illustrer le bouleversement de ce réseau à la moindre perturbation extérieure : introduction d'une espèce invasive, prélèvements massifs, modification des taux de reproduction ou de prédation...

Séance 5 – Relations entre les espèces : interactions

Résumé	En utilisant le jeu de cartes déjà mis en œuvre aux séances précédentes, les élèves explorent des exemples d'interactions possibles entre espèces. Ils construisent un réseau alimentaire à partir des informations données sur les cartes. Ils découvrent également les notions de parasitisme et de symbiose.
Notions	<ul style="list-style-type: none">• Toutes les espèces dépendent les unes des autres : elles constituent un réseau.• Certaines espèces se nourrissent d'autres espèces.• Les relations de consommation / prédation peuvent être représentées sous la forme de réseaux (ou de chaînes) alimentaires.• Le parasitisme et la symbiose sont d'autres exemples de relations entre êtres vivants.
Modalités d'investigation	Étude documentaire
Matériel	<ul style="list-style-type: none">• Pour la classe :<ul style="list-style-type: none">– un exemplaire complet du jeu de cartes « quelques espèces liées à l'océan » (Fiche 12, Fiche 13, Fiche 14, Fiche 21).• Pour chaque groupe :<ul style="list-style-type: none">– un exemplaire de la Fiche 22.• Pour chaque élève :<ul style="list-style-type: none">– l'exemplaire de la Fiche 15 distribué à la Séance 2.
Lexique	Parasitisme, symbiose, prédateur
Durée	1 heure

Question initiale

L'enseignant introduit la séance tout en remobilisant les notions de la précédente : nous avons vu que les êtres vivants dans l'océan pouvaient être étudiés sous l'angle de leurs relations de parenté : on peut trouver des indices de ces relations en comparant et classant les êtres vivants, mais peut-être qu'il existe d'autres types de relations plus directement observables. *Qu'en pensez-vous ? Est-ce que les êtres vivants dans les milieux océaniques que nous étudions interagissent les uns avec les autres au quotidien, ou est-ce qu'ils vivent juste les uns à côté des autres ? Avez-vous des exemples ?*

Les élèves pourront évoquer, par exemple, que les êtres vivants peuvent avoir besoin de se manger les uns les autres, que certains se battent pour un territoire ou que certains en utilisent d'autres pour se cacher ou se protéger.

L'enseignant propose d'étudier plus en détail l'une des relations entre êtres vivants : celle qu'ils entretiennent pour se nourrir.

Recherche (construction d'un réseau alimentaire)

L'enseignant demande aux élèves de se munir de la Fiche 15 récapitulant toutes les cartes « quelques espèces liées à l'océan » et distribuée à la Séance 2. Il leur demande de se répartir par groupes et distribue à chaque groupe un exemplaire de la Fiche 22. Chaque groupe s'occupera de l'un des scénarios A, B, C ou D (un seul par groupe).

Pour le scénario qui leur a été assigné et à partir des informations disponibles sur les cartes, l'enseignant demande aux élèves de déterminer « qui est mangé par qui » et de représenter chaque cas sur la fiche, à l'aide d'une flèche. Pour cela, ils disposeront la pointe de la flèche vers celui qui mange (conventionnellement, la pointe de la flèche indique le sens du flux de matière. Par exemple, « l'acarien mange des lichens » est représenté par « lichens → acarien », autrement dit « les lichens sont mangés par l'acarien »). Visuellement, la flèche va « dans la bouche de celui qui mange ».

Les groupes travaillent en autonomie.

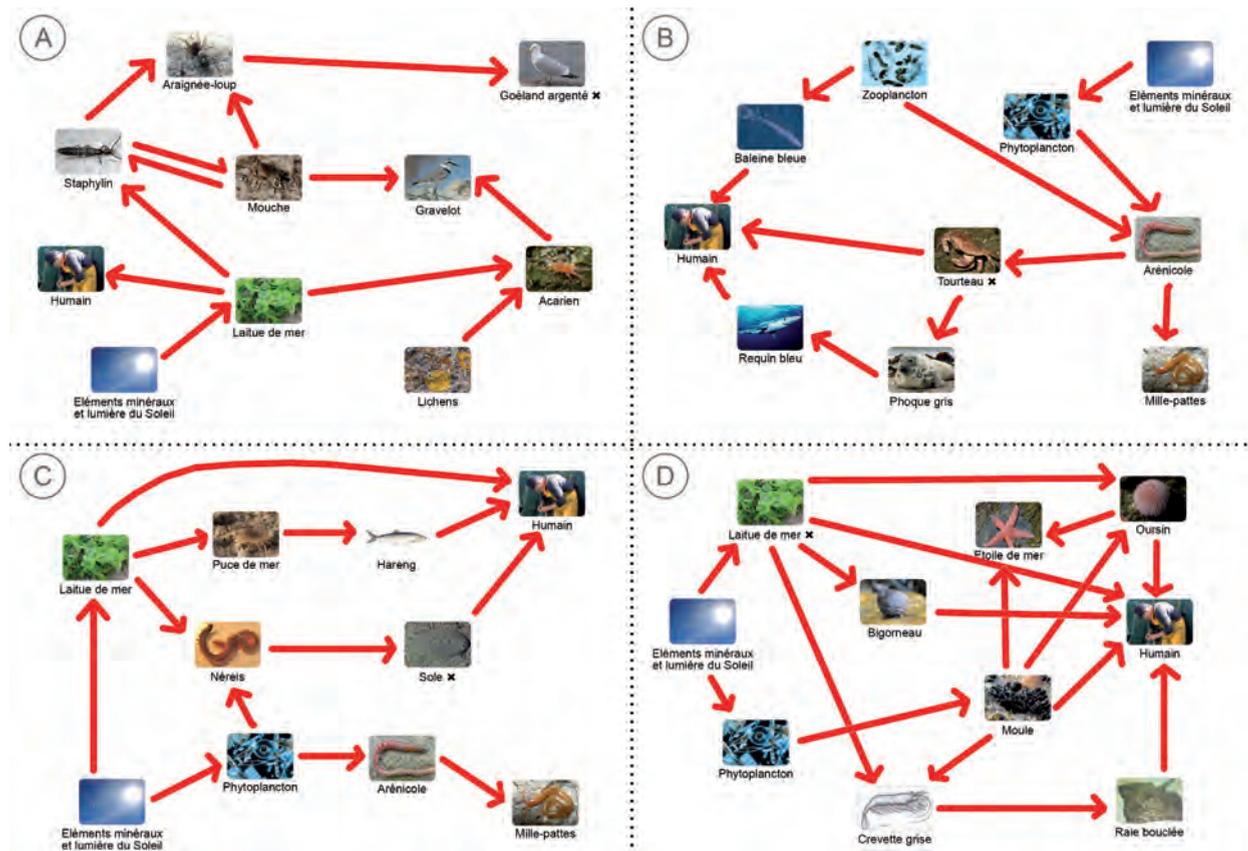


Classe de CM1 de Marie-Laure de Miguel-Braban (Beauvais)

Mise en commun

Pour chaque scénario, la classe met en commun ses réponses. Au tableau, l'enseignant peut éventuellement utiliser des aimants pour accrocher les cartes et tracer les flèches en même temps que toute la classe, à mesure de la discussion. Il apparaît que, dans chacune de ces situations, les relations que les êtres vivants entretiennent pour se nourrir sont représentées par de nombreuses flèches : c'est un réseau. Si l'on prend une petite partie du réseau, elle ressemble parfois à une chaîne et l'on parle souvent de chaînes alimentaires ; mais la réalité est que tous les êtres vivants appartiennent à un réseau complexe de relations.

Le corrigé est le suivant :



La notion d'écosystème est alors évoquée: c'est l'ensemble des êtres vivants d'un milieu donné (ici l'océan, dont on pourrait définir des sous-parties) qui constituent avec lui un système. Ils interagissent entre eux et avec le milieu.

Note pédagogique

- Même s'il est possible de le faire, nous ne proposons pas ici de réaliser l'ensemble du réseau, comprenant l'ensemble de toutes les espèces étudiées sur les cartes. Ce réseau est extrêmement dense (cf. photo ci-contre) et – même s'il illustre bien l'idée de complexité et d'imbrication des réseaux alimentaires – il est difficile à lire pour les élèves et ne se prête pas aisément aux exercices de « disparition » de l'une ou l'autre espèce proposés à la séance suivante.



Enfin, l'enseignant demande à la classe si – au fil de leur lecture des cartes d'espèces marines – ils ont repéré d'autres types de relations entre êtres vivants. Les élèves auront pu repérer la symbiose des champignons et des bactéries constituant les lichens ou les balanes parasites de la peau de la baleine bleue.

Conclusion

À partir de ces réflexions, la classe élabore une conclusion collective qui est inscrite sur le cahier d'expériences. Par exemple :

Les êtres vivants dans les océans s'associent en écosystèmes, où ils dépendent les uns des autres, notamment pour se nourrir. D'autres types de relations existent, comme la symbiose ou le parasitisme.

Séance 6 – La fragilité des équilibres

Résumé	Différentes modélisations d'un écosystème (dont le réseau alimentaire construit à la séance précédente) permettent d'illustrer le bouleversement de ce réseau à la moindre perturbation extérieure: introduction d'une espèce invasive, prélèvements massifs, modification des taux de reproduction ou de prédation...
Notions	Les écosystèmes sont fragiles et toute perturbation a des conséquences sur l'ensemble du réseau.
Modalités d'investigation	Étude documentaire, débat
Matériel	<ul style="list-style-type: none">• Pour la classe :<ul style="list-style-type: none">– la Fiche 23 projetée au tableau ou imprimée sur trois feuilles A3 (une feuille par simulation),– l'animation multimédia « La fragilité des équilibres » et le matériel nécessaire pour la visionner (facultatif).• Pour chaque groupe :<ul style="list-style-type: none">– la Fiche 22 complétée à la séance précédente,– jetons colorés (quatre couleurs différentes, une cinquantaine de jetons par couleur) ou étiquettes, billes, gommettes, haricots, coquillettes...
Lexique	Équilibre, stabilité, prolifération
Durée	1 h 30 (hors prolongements, à mener éventuellement sur une nouvelle séance de 45 minutes à 1 h)

Question initiale

L'enseignant aide la classe à remobiliser les notions de la séance précédente et redistribue aux élèves répartis par groupes les réseaux alimentaires construits à cette occasion. Il les questionne alors: *À votre avis, que se passerait-il si l'on changeait un élément de ces réseaux? Par exemple si l'on introduisait un nouveau prédateur ou si l'on prélevait trop d'individus d'une espèce au point de provoquer son extinction?* La classe débat un moment.

Recherche (débat, rédaction de scénarios et animation multimédia)

L'enseignant invite les élèves, par groupe ou collectivement, à imaginer ce qui se produirait si l'espèce marquée d'une croix (dans chaque scénario) venait à disparaître. Par exemple: *Que se produirait-il si le goéland argenté disparaissait, dans le scénario A? Certaines espèces pourraient-elles risquer de proliférer, et d'autres de disparaître? Attention, il peut y avoir des effets en cascade!* Par groupes, les élèves rédigent un bref paragraphe pour expliquer les conséquences qu'ils envisagent.

Notes pédagogiques

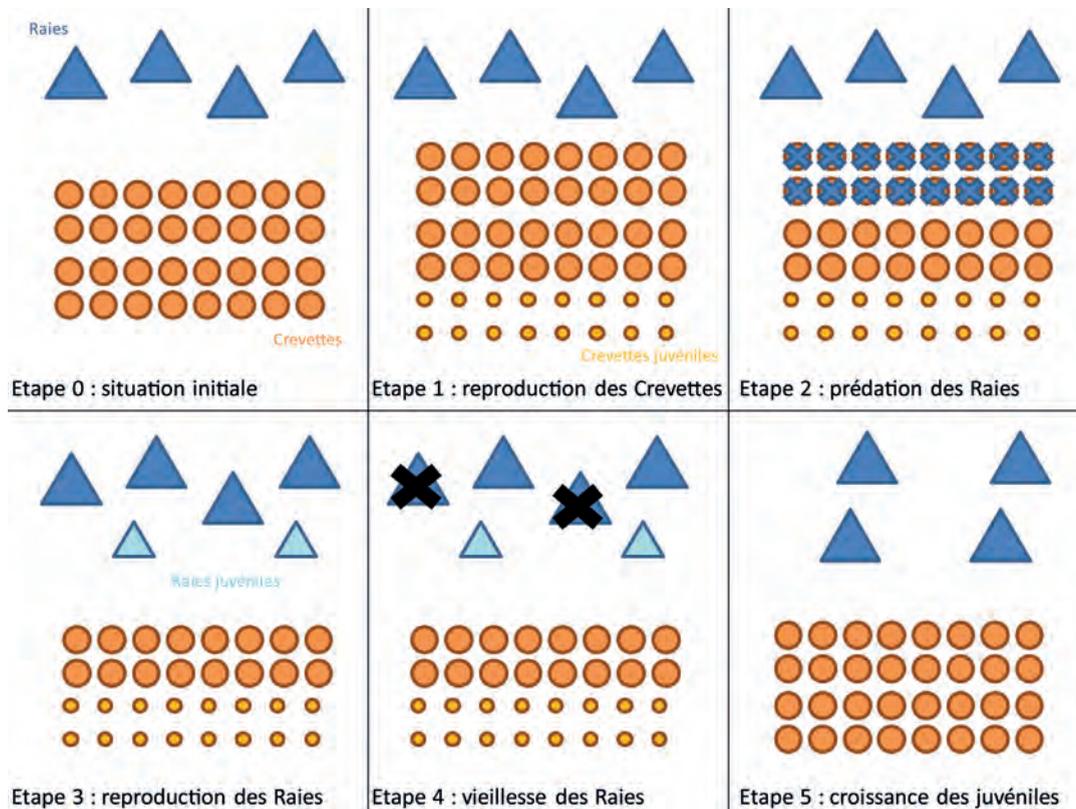
- Bien sûr, il s'agit là de modèles simplifiés, et les réflexions menées par la classe seront très caricaturales par rapport à ce qui se produirait réellement en cas de disparition des espèces mentionnées. Le cas de la laitue de mer pourra même être discuté car d'autres facteurs (chimie et température de l'eau) provoquent même actuellement

une invasion de laitues de mer sur les côtes bretonnes. Néanmoins, il est intéressant de faire réfléchir la classe sur de telles situations, même très schématiques, afin de bien leur faire comprendre cette idée d'équilibre des réseaux.

- L'enseignant peut – éventuellement – demander aux élèves d'imaginer les raisons qui auraient pu conduire à l'extinction de l'espèce proposée, dans le milieu étudié. Par exemple, on peut imaginer une surpêche de la sole dans le scénario C ou une pollution de l'eau conduisant à la disparition de la laitue de mer dans le scénario D.
- Si les élèves achèvent vite ce travail, l'enseignant peut proposer de rédiger d'autres paragraphes en inventant d'autres situations.

Modélisation d'un écosystème simplifié

Dans un second temps, l'enseignant propose de modéliser l'équilibre d'un écosystème à deux espèces, proie/prédateur (ici des crevettes grises et des raies). Chaque espèce sera représentée par une couleur, et au sein de chaque espèce nous différencierons les adultes des juvéniles avec encore des couleurs ou des formes différentes. Il affiche au tableau le premier tiers de la Fiche 23, qui décrit les conditions précises de l'équilibre de ces deux espèces. La classe lit à haute voix les conditions et s'assure que tous les termes sont compris.



Exemple d'un cycle à l'équilibre, avec le détail de ses 5 étapes. Les raies sont représentées par des triangles (adultes grands et bleus, juvéniles petits et turquoise) et les crevettes par des ronds (adultes grands et orange, juvéniles petits et jaunes)

L'enseignant et les groupes vont ensemble reproduire un cycle de cet écosystème, symbolisé par cette séquence de 5 règles. Ceci permettra à l'occasion de préciser les couleurs à utiliser et de bien vérifier que les notions ont été comprises. À l'issue de ce premier cycle, l'écosystème est bien revenu à sa situation de départ, on considère donc qu'il est stable. La notion d'équilibre peut faire une bonne conclusion pour cette séance, si la suite (perturbations de cet équilibre) est menée dans un second temps.

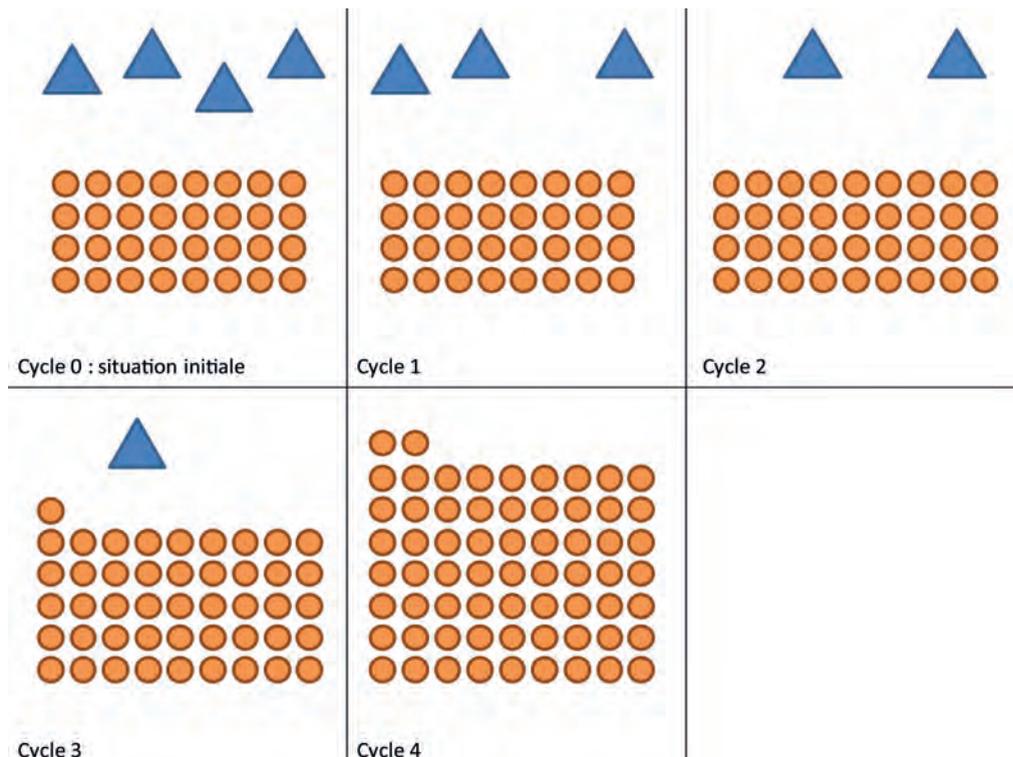
Note pédagogique

- S'il est trop difficile de rassembler le matériel, les simulations peuvent être effectuées étape par étape sur une ardoise, en comptabilisant simplement le recensement des quatre populations: crevettes adultes, crevettes juvéniles, raies adultes, raies juvéniles.

Note scientifique

- Cette modélisation illustre bien la notion d'équilibre d'un écosystème, mais la situation est bien évidemment plus complexe dans la réalité. Un couple de crevettes pondra des milliers d'œufs, mais seule une poignée survivra, d'où le raccourci proposé en Fiche 23. De même, dans la réalité, les étapes ne sont pas séquentielles, car tout arrive simultanément; cela rendrait la situation ingérable pour les élèves, comme pour les scientifiques. Le pas de temps choisi (le trimestre) est également plus symbolique que scientifiquement précis. Enfin, les règles ont été dictées pour que le cycle aboutisse rapidement en cas d'équilibre: il faut donc les suivre à la lettre (ne pas simplifier «chaque raie dévore 1/8 des crevettes adultes» en «chaque raie dévore 4 crevettes adultes», interdire aux raies de dévorer des bébés crevettes même en cas de famine...). Ces règles peuvent sembler irréalistes, mais telles sont les hypothèses de cette modélisation.

La seconde étape de cette modélisation pointe la fragilité de cet équilibre, avec deux situations différentes. L'enseignant affiche donc la seconde partie de la Fiche 23. *À cause de la surpêche, toutes les grosses crevettes grises ont disparu, et il ne reste plus que les crevettes les plus petites; les raies doivent donc en manger plus pour rester en bonne santé. La règle 3 devient dans ce cas: «il naît un bébé raie pour 16 crevettes dévorées.»* Que pensez-vous qu'il va se passer? La réponse logique prévoit une diminution de la population de raies. Si l'enseignant estime que les élèves ont bien compris les règles, il peut demander aux groupes de vérifier leur hypothèse par cette simulation en autonomie. Sinon, la modélisation sera faite en classe entière.



En changeant simplement une des 5 règles, l'équilibre est rompu: la population de raies est décimée, et les crevettes pullulent.

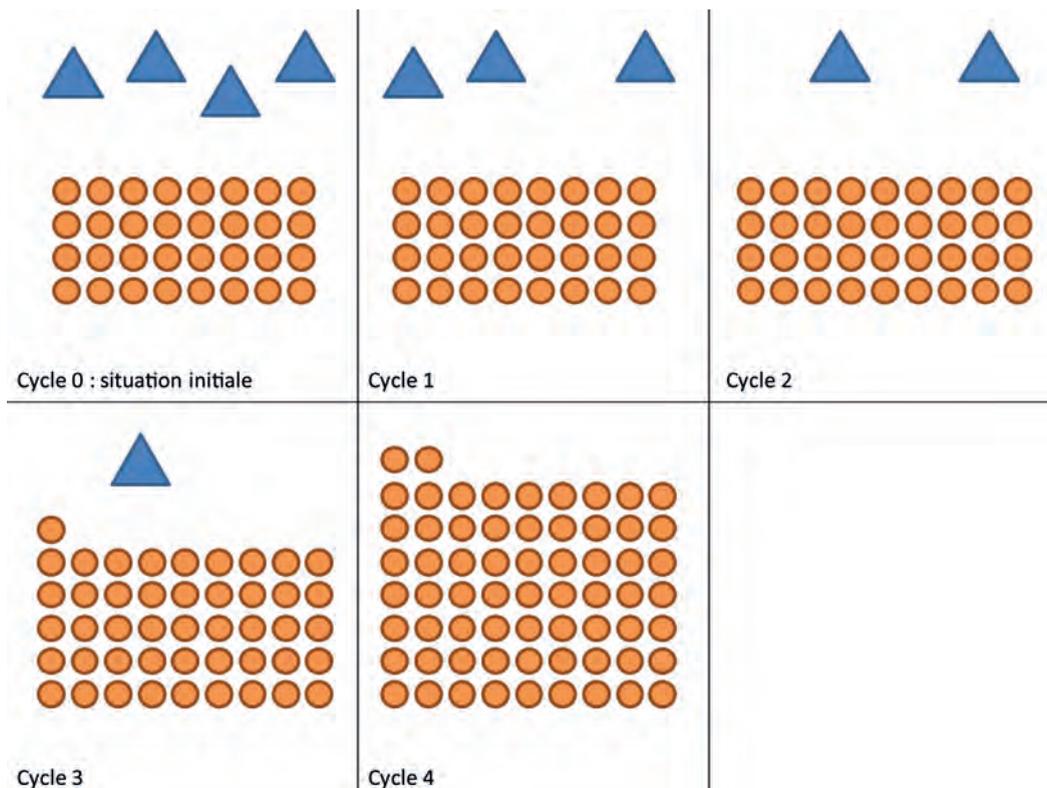
Note pédagogique

Il n'est pas souhaitable de laisser les élèves imaginer de tête le résultat de chaque cycle, mais le calcul mental pour chaque étape de chaque cycle est encouragé! Évidemment, il faudra peut-être une calculatrice lorsque les fractions ne seront pas résolubles facilement.



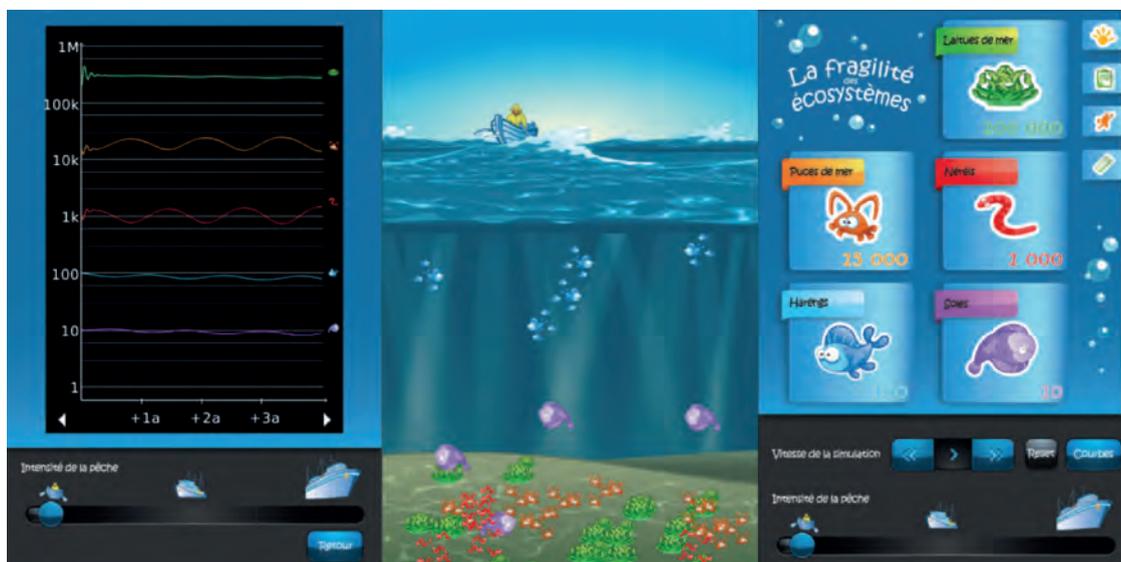
Classe de CE2 de Séverine Bonaric-Gros (Montpellier)

L'enseignant propose alors de changer une autre règle, en revenant à la situation de départ (on ne change qu'une seule règle à la fois). Il affiche enfin la troisième partie de la Fiche 23. À cause de changements environnementaux (pollution, acidité, température), les crevettes se reproduisent moins bien. La règle 1 devient: « d'une paire de crevettes sur 2 naît 1 crevette juvénile. » Que va-t-il se passer? La première réponse attendue est une diminution de la population de crevettes. En réalité, de façon tout à fait contre-intuitive, même si l'on influence les crevettes, ce sont les raies qui vont disparaître! Les élèves, en autonomie, vérifient leurs hypothèses en menant à bien trois ou quatre cycles.



La population de crevettes a diminué, mais celle de raies aussi: en influençant une espèce on impacte collatéralement d'autres espèces.

Prolongement éventuel 1 : animation multimédia sur un écosystème moins simplifié



Capture d'écran de l'animation multimédia « La fragilité des écosystèmes »

L'animation multimédia se concentre sur une partie du réseau trophique déjà abordé en séance précédente (Fiche 22 C), se limitant à un producteur primaire (initialement 300 000 laitues de mer), deux producteurs secondaires (initialement 10 000 puces de mer et 1 000 néréis), ainsi que deux prédateurs (initialement 100 harengs et 10 soles) que l'homme pêche et consomme. Le seul paramètre de cette simulation sur lequel les élèves peuvent jouer est le taux de pêche de ces deux dernières espèces : le régime « pêche raisonnable » (cas 1) correspond à un prélèvement de 0,1 % des harengs et des soles à chaque cycle ; les régimes « pêche industrielle » (cas 2) et « surpêche » (cas 3) correspondent respectivement à des prélèvements de 1 % et 10 %.

La première consigne donnée par l'enseignant sera « Pour chacun des trois régimes de pêche, quelle est l'évolution de cet écosystème ? ». Dans le cas 1, les cinq espèces cohabitent avec des populations stables, bien que les élèves puissent observer quelques fluctuations (ces fluctuations seront étudiées un peu plus loin dans la séance). Dans le cas 2, la population de soles périclité, les harengs et les laitues déclinent et les puces croissent. Dans le cas 3, harengs et soles disparaissent, néréis et laitues décroissent et les puces prolifèrent de plus belle.

Avec les paramètres réglés par défaut, l'observation de cet écosystème ne permet pas d'en étudier l'évolution à long terme. « Sur le long terme, quel est l'équilibre final atteint par l'écosystème en fonction de la cadence de pêche ? (vous pouvez accélérer la vitesse des simulations avec la télécommande) » Le premier cas a été conçu pour présenter une situation à l'équilibre. À moyen terme comme à long terme, il n'y a pas de grand changement. Les cas « perturbés » sont par contre plus féconds en enseignements. Dans le cas de la « pêche industrielle » (cas 2), les harengs finissent par se stabiliser (à quelques individus seulement), alors qu'on les voyait décroître rapidement. Dans le cas 3 (surpêche), même si les néréis montraient une décroissance très lente, elles finissent par disparaître totalement. Dans ce dernier exemple, bien que l'homme ne pêche que les soles et les harengs, son action impacte très fortement les autres espèces (jusqu'à l'extinction des néréis ici).

L'enseignant rassemble les idées des élèves en une conclusion écrite collective : « Les activités humaines de pêche ont un impact sur la totalité des écosystèmes marins. Même les espèces que l'homme ne pêche pas sont touchées. »

Prolongement éventuel 2 (pour le collège)

Enfin, au collège, nous pouvons affiner l'étude de cet écosystème grâce aux courbes logarithmiques proposées dans le second panel (initialement masqué) de l'interface multimédia. Il faudra certainement quelques instants pour s'assurer que les élèves comprennent bien ce graphe et comment le lire. Nous nous contenterons d'étudier le cas 1 à l'équilibre. « *Quelle est la population de néréis lorsque les puces sont en nombre maximal ? Quelle est la population de néréis lorsque les puces sont en nombre minimal ? Sachant que néréis et puces se nourrissent de laitue de mer, que pouvez-vous conclure ?* » Les élèves constatent que ces deux populations ont des comportements opposés : on dit que leurs populations sont « anticorrélées ». Elles sont en compétition directe pour la nourriture : lorsque l'une des espèces foisonne, c'est au détriment de l'autre, et réciproquement. La présence de prédateurs permet de faire alterner les deux situations.

Notes scientifiques

- Là encore, il s'agit de modèles simplifiés. Les échelles choisies ici (échelle de temps, effectif des populations, taux de reproduction, etc.) ne sont pas irréalistes, mais elles sont surtout symboliques. Elles permettent néanmoins de faire naître des réflexions et des discussions sur l'idée d'équilibre.
- La notion même d'équilibre et de stabilité peut être ici approfondie : dans le cas de « pêche raisonnable » on peut observer des fluctuations, alors que l'écosystème est dit « à l'équilibre » ou « stable ». En effet, les ordres de grandeur des effectifs des cinq populations sont toujours les mêmes. Il n'y a aucun phénomène excessif pour aucune des espèces, chacune croissant ou décroissant en écho avec les autres espèces, sans jamais pour autant disparaître ou éliminer les autres.
- Les courbes logarithmiques sont un outil mathématique que peu d'élèves auront croisé dans leur scolarité. À leur niveau, les élèves n'ont pas à aborder cette notion mathématique, mais l'observation de courbe et la description de tendances est intéressante. Pour le maître, le logarithme (décimal dans ce cas précis) s'intéresse aux puissances de dix plus qu'aux valeurs exactes à l'unité près (on ne voit pas la différence entre 200 et 201, qui n'est pas significative). Pour les élèves, l'intérêt immédiat est de pouvoir comparer sur un même graphe les populations de soles (qui se comptent à l'unité) et de laitues (qui frôlent le million). L'étude de ces courbes permet aussi de voir que les populations de harengs et de soles sont elles aussi en anticorrélation (quand les harengs prolifèrent, les soles sont rares, et vice-versa), mais elles sont déphasées par rapport aux populations de leurs proies. On peut toucher du doigt ici la notion de dérivée (hors programme) : lorsque la population de puces est maximale, alors c'est la croissance (et non la population) des harengs qui est maximale ; quand la population de harengs est maximale, la population de puces décroît le plus vite, ce qui avantage les néréis qui prolifèrent. Quand les néréis sont à leur population maximale, alors les soles croissent et régulent la population de ces dernières, ce qui permet aux puces de croître à nouveau.
- L'avenir de l'écosystème étudié dépend fortement de la présence ou non des prédateurs : dans le troisième cas, contrairement au deuxième, l'absence de harengs ne permet plus de réguler la population de puces, ce qui condamne les néréis à l'extinction à long terme. Cependant, même dans le cas le plus caricatural, un certain équilibre finit par se mettre en place, avec simplement deux espèces : puces et laitues. La nature aura trouvé un nouvel équilibre, mais celui-ci est moins propice aux activités humaines.

Prolongement éventuel 3: chamboule-tout et équilibre d'un écosystème

De façon plus symbolique, en l'absence de tout moyen informatique, il est enfin possible de représenter cette notion d'équilibre en proposant à la classe de coller les vignettes de la Fiche 22 sur des boîtes (par exemple des canettes) à empiler (en plaçant les producteurs primaires et les consommateurs primaires vers le bas, puis leurs prédateurs vers le haut). On retire alors – au hasard ou de façon ciblée – l'un ou l'autre maillon de l'empilement, jusqu'à effondrement de la structure.

Conclusion

À partir de ces réflexions, la classe élabore une conclusion collective qui est inscrite sur le cahier d'expériences. Par exemple :

Les êtres vivants tissent un réseau qui est en équilibre. Si certains êtres vivants disparaissent, si d'autres sont introduits ou même s'il y a des changements dans le nombre de petits qu'ils peuvent faire, tout le réseau est déséquilibré et c'est tout l'écosystème qui est perturbé.

FICHE 23

Simulations d'un écosystème simplifié

Simulation 1

« Le long des côtes, 4 raies adultes et 32 crevettes grises adultes cohabitent. *Chaque trimestre :*

- 1.... chaque couple de crevettes pond 1 bébé crevette...
- 2.... chacune des raies dévore 1/8 des crevettes adultes...
3. ... les raies se reproduisent si elles ont bien mangé : chaque fois que le groupe a dévoré 8 crevettes adultes, un bébé raie naît...
- 4.... la moitié des raies adultes meurt, l'autre moitié survit...
- 5.... les bébés crevettes et les bébés raies deviennent adultes. »

Simulation 2

« Le long des côtes, 4 raies adultes et 32 crevettes grises adultes cohabitent. *Mais les crevettes adultes sont moins grosses à cause de la surpêche. Chaque trimestre :*

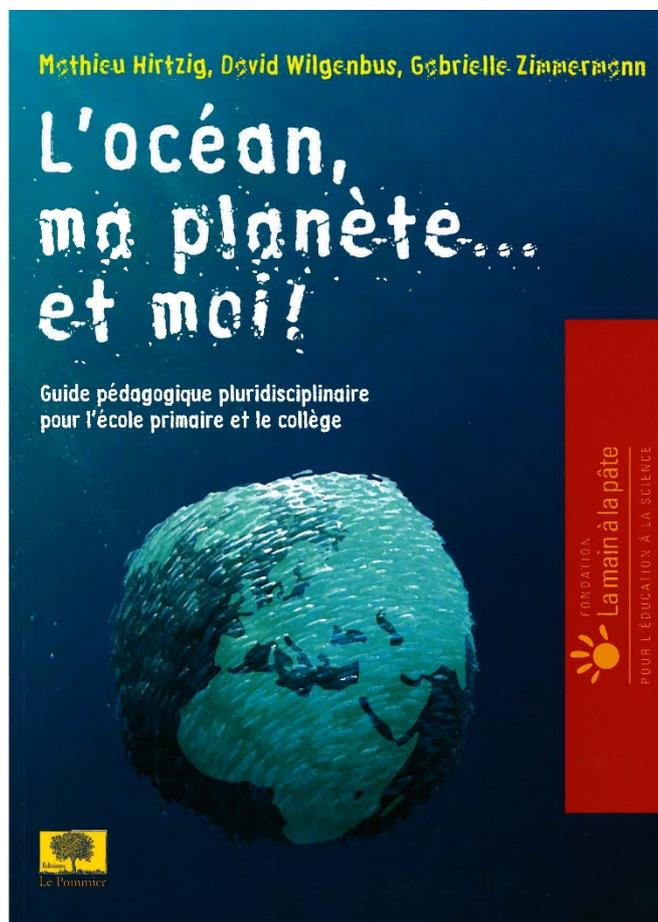
- 1.... chaque couple de crevettes pond 1 bébé crevette...
- 2.... chacune des raies dévore 1/8 des crevettes adultes...
3. ... les raies se reproduisent si elles ont bien mangé : chaque fois que le groupe a dévoré 16 crevettes adultes, un bébé raie naît...
- 4.... la moitié des raies adultes meurt, l'autre moitié survit...
- 5.... les bébés crevettes et les bébés raies deviennent adultes. »

Simulation 3

« Le long des côtes, 4 raies adultes et 32 crevettes grises adultes cohabitent. *Mais à cause de la pollution, les crevettes se reproduisent moins bien. Chaque trimestre :*

- 1.... un couple de crevettes sur 2 réussit à pondre 1 bébé crevette...
- 2.... chacune des raies dévore 1/8 des crevettes adultes...
3. ... les raies se reproduisent si elles ont bien mangé : chaque fois que le groupe a dévoré 8 crevettes adultes, un bébé raie naît...
- 4.... la moitié des raies adultes meurt, l'autre moitié survit...
- 5.... les bébés crevettes et les bébés raies deviennent adultes. »

Cette ressource est issue du projet thématique *L'océan, ma planète... et moi !*, paru aux Éditions Le Pommier.



Un projet d'éducation au développement durable (CM1, CM2, 6^{ème}, 5^{ème})
La menace croissante du changement climatique, la pression accrue sur la biodiversité, la raréfaction des ressources, l'augmentation des échanges... autant de raisons de revoir notre perception de l'océan, et de prendre conscience de son importance et de sa fragilité. Dans cette perspective, la Fondation *La main à la pâte* lance un ambitieux projet d'éducation au développement durable, destiné aux écoles primaires et aux collèges : « L'Océan, ma planète... et moi ! » permet aux élèves de comprendre l'interdépendance des écosystèmes marins et terrestres, ainsi que le rôle central des océans dans la régulation des climats. Les élèves prennent également conscience de l'importance de l'océan dans le développement des sociétés humaines et réalisent l'impact des activités humaines et la fragilité de ce milieu. Ils découvrent enfin les métiers de la mer et les outils d'observation des océans, notamment satellitaires.

Un projet clés en main
Ce guide pédagogique comporte :

- Un module d'activités de classe
 - Des séances clés en main regroupées en 3 grandes séquences (L'océan et le climat ; L'océan, milieu de vie ; L'océan et l'homme)
 - Une conception modulable permettant à chaque classe de se construire son propre parcours, du plus court au plus long, du plus disciplinaire au plus transversal ;
- Des éclairages pédagogiques et scientifiques pour guider l'enseignant dans la mise en œuvre du projet ;
- Des fiches documentaires à photocopier.

Un site Internet (www.ocean-ma-planete-et-moi.fr) propose de nombreuses ressources documentaires complémentaires.

Les auteurs
Mathieu Hirtzig est astrophysicien et médiateur scientifique à la Fondation *La main à la pâte*.
David Wilgenbus est astrophysicien, formateur et responsable des ressources pédagogiques au sein de la Fondation *La main à la pâte*.
Gabrielle Zimmermann est biologiste, formatrice et médiatrice scientifique à la Fondation *La main à la pâte*.

FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

FONDATION
La main à la pâte

Lancée en 1996 par Georges Charpak, prix Nobel de physique, avec le soutien de l'Académie des sciences et du ministère de l'Éducation nationale, *La main à la pâte* vise à promouvoir à l'école primaire un enseignement de science et de technologie de qualité <http://www.fondation-lamap.org>.

Avec le soutien de :

9 782746 509313 74650931 19 € Diffusion Belin

Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE