



VIGIENATURE École

Proposition d'activité



Suivre la démarche de Darwin avec l'exemple des escargots

Discipline concernée :



Sciences de la Vie et de la Terre - Terminale S

Auteur :



Claire Mérot
(doctorante au Muséum)





CONTEXTE

En quoi consiste Vigie-Nature École ?

Vigie-Nature École est un programme de sciences participatives qui vise à suivre la réponse de la biodiversité aux activités humaines et aux changements globaux (urbanisation, intensification de l'agriculture et changement climatique).

Pour y parvenir, nous proposons aux enseignants de mettre en place avec leurs élèves des protocoles permettant de suivre plusieurs groupes d'êtres vivants. Toutes les observations faites sont ensuite envoyées aux chercheurs du Muséum pour qu'ils puissent s'en servir dans leurs recherches.

En quoi consiste cette activité ?

Les élèves vont être amenés à participer à l'Opération Escargots pour suivre ces espèces dans leur établissement. Au-delà de la participation à ce programme de sciences participatives, les élèves tenteront de comprendre reconstruire la démarche de Darwin à partir de ce groupe d'espèces.

Insertion dans les programmes :

Thème 1-A-3 De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

- Sous l'effet de la pression du milieu, de la concurrence entre êtres vivants et du hasard, la diversité des populations change au cours des générations. L'existence d'une survie différentielle conduit à une modification des populations.
- La diversité du vivant est une diversité d'espèces.



DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Séance 1 : La biodiversité chez les escargots

Durée :



1 heure 30

Au moins un mois avant le TP, le professeur et/ou les élèves auront placé des planches dans le jardin du lycée, des jardins d'élèves volontaires + rempli la fiche description jardin. Les planches doivent être en bois brut, non traité, non verni, non peint de dimension minimale de 30 cm sur 30 cm et d'au moins 1,5 cm d'épaisseur.

Les planches sont apportées pour le jour du TP ou les escargots sont mis dans une boîte et apportés le jour du TP. La dernière solution peut-être d'identifier et de photographier les escargots lors d'une sortie de terrain.

La situation-problème :

Dans le chapitre précédent, nous avons appris que des processus comme le brassage génétique et les mutations sont source de diversification du vivant. Cherchons maintenant à observer cette biodiversité dans notre environnement immédiat.

Les scientifiques nous proposent de participer à un programme de suivi de la biodiversité. C'est l'occasion pour nous d'observer la biodiversité « en vrai », dans notre jardin, avec des espèces qui l'on côtoie mais que l'on connaît mal. C'est aussi l'opportunité de participer à la conservation de la biodiversité.

On entend beaucoup parler de menaces qui pèsent sur la biodiversité, de quelles menaces s'agit-il et de quelles espèces s'agit-il ? Il y a de grandes chances pour que les élèves parlent de l'ours polaire ou des pandas.

Plus proche de nous il y a aussi des espèces qui sont potentiellement menacées par les activités humaines. Dans les jardins par exemple, escargots et limaces qui sont peu mobiles sont très sensibles aux conditions locales comme l'utilisation de pesticides. Les scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle cherchent à comprendre comment les différentes espèces d'Escargots réagissent aux pratiques de gestions des jardins. Mais ces scientifiques ne sont pas assez nombreux pour suivre tous les jardins publics et privés, ils font donc appel aux citoyens et aux lycéens pour les aider dans cette mission. Aujourd'hui notre classe va participer à une étude nationale de la biodiversité via l'étude des escargots des jardins.

Déroulement de la séance :

Présentation du principe des sciences participatives, de Vigie-Nature École et de l'Opération escargots (15 min ou fait à l'avance à la fin du cours précédent par exemple ou 1 mois avant au moment de la pose des planches, par exemple si on souhaite confier des planches aux élèves pour mettre dans leurs jardins).

On présente rapidement ce qu'est le programme de suivi des escargots et le protocole. Pour cela on peut utiliser le site web Vigie-Nature École. Il s'agit d'une étude scientifique : pour que les données soient exploitables il faut que chacun suive un protocole standardisé. Importance de la rigueur des observations : les planches seront placées aux mêmes endroits lors des trois sessions.

Idéalement, le programme de suivi des escargots comprend 3 observations à différentes périodes de l'année (octobre/mars-avril/juin). Pour que le suivi soit correct, il faut bien repérer l'emplacement des planches afin de les replacer au même endroit pour les 3 observations (octobre/mars-avril/juin). On peut prendre une photo pour se rappeler.

Cela peut être difficile de réaliser un suivi complet au cours d'une année de terminale, c'est pourquoi cette activité ne comprend qu'une séance. Cependant, on peut envisager de collaborer avec d'autres classes du lycée qui se chargeront des mêmes planches à une autre saison. D'autres parcours pédagogiques « escargots » sont proposés sur le site Vigie-Nature École pour des classes de première S (impact des pratiques culturelles, diversité) et pour l'option MPS en seconde (importance de la rigueur des protocoles et méthodes scientifiques).

Identification des escargots et limaces : participation à l'observatoire des escargots

Les fiches de comptage seront informatisées sur le site Vigie-Nature École. Le professeur peut demander aux groupes d'informatiser leurs résultats dans la base Vigie-Nature École soit à la fin de cette séance, soit à la maison, soit en début de séance 2. En se connectant sur le compte de la classe, les élèves peuvent faire cela de manière indépendante au CDI, en salle informatique ou chez eux. Le professeur peut vérifier que les groupes ont bien informatisé leurs données via le compte sur le site web Vigie-Nature École.



Le matériel nécessaire :

- Planches en bois brut, non traité, non verni, non peint de dimension minimale de 30 cm sur 30 cm et d'au moins 1,5 cm d'épaisseur.
- Clé de détermination des escargots et des limaces
- Éventuellement planche de coquilles (avec la taille réelle des coquilles) et mini-guide escargots pour vérifier les résultats des élèves
- Site web MégaLab : <http://www.evolutionmegalab.org/>

Focus sur la variabilité allélique des escargots du genre *Cepaea* (cette séance ou la suivante en conservant des photographies des individus observés).

Nous observons une grande diversité d'espèce d'escargots. L'un des genres que nous observons (*Cepaea*, les escargots des haies, des jardins, des forêts) présente une très grande variabilité au niveau de la coquille. Essayons de recenser et de caractériser cette diversité. D'où vient cette variabilité ?

Parmi les escargots *Cepaea*, chaque groupe va chercher à décrire la variabilité de couleur et de bandes de la coquille sur la base de leurs échantillons et les photos de la session 1. Ils font des regroupements des escargots selon leur phénotype et des dessins/photos pour illustrer la diversité allélique. On va s'intéresser à des caractères particuliers et simples : couleur (rose, jaune ou brun) et présence ou absence de bandes.

En utilisant le tableau du document 2, on peut s'intéresser à la diversité allélique des escargots récoltés dans nos jardins pour quelques caractères comme la couleur de la coquille et la présence/l'absence de bandes. Par exemple, on peut demander aux élèves de créer des groupes de chaque phénotype et d'en déduire les génotypes possibles pour chaque coloration.

Par exemple un escargot rose et sans bandes aura les allèles CR/CR pour le gène « coquille C » ou CR/CJ et B0/BB ou B0/B0 pour le gène « bandes B ».

On peut faire dessiner les chromosomes et placer les allèles possibles.

On peut également observer une variabilité à l'intérieur des groupes au niveau du nombre de bandes, de leur intensité par exemple. Ce sont d'autres gènes (on ne rentrera pas dans les détails) qui entrent en jeu et affectent par exemple la précision des bandes ou la délétion de certaines bandes. Des variations environnementales/développementales affectent aussi le phénotype.

Séance 2 : Suivre la démarche de Darwin pour comprendre l'évolution à travers l'exemple des escargots

Durée :



1 heure

Activité librement inspirée d'une proposition d'activité de Frédérique Théry

Situation motivante

Tout comme Darwin lors de son voyage autour du monde, nous avons observé la diversité des êtres vivants avec l'exemple des escargots. Essayons de reprendre son cheminement pour comprendre par nous-même la sélection naturelle et l'évolution.

Déroulement de la séance

Lecture et réflexion sur les documents

A la maison ou en classe, seul ou en petits groupes.

On peut envisager de faire une pause « correction » entre la partie domestication et la partie sauvage pour aider à la compréhension de la suite.

Correction avec la classe et bilan

On peut proposer de remplir le tableau des documents joints au tableau avec les conclusions des élèves.

Documents pour la séance 2

Extrait de L'origine des Espèces, 1859.

« On comprend facilement qu'un naturaliste qui aborde l'étude de l'origine des espèces et qui observe les affinités mutuelles des êtres organisés, leurs rapports embryologiques, leur distribution géographique, leur succession géologique et d'autres faits analogues, en arrive à la conclusion que les espèces n'ont pas été créées indépendamment les unes des autres, mais que, comme les variétés, elles descendent d'autres espèces. Toutefois, en admettant même que cette conclusion soit bien établie, elle serait peu satisfaisante jusqu'à ce qu'on ait pu prouver comment les innombrables espèces, habitant la terre, se sont modifiées de façon à acquérir cette perfection de forme et de coadaptation qui excite à si juste titre notre admiration. Il est donc de la plus haute importance d'élucider quels sont les moyens de modification et de coadaptation. »

Axe 1 : Les variétés domestiques.

« Tout d'abord, il m'a semblé probable que l'étude attentive des animaux domestiques et des plantes cultivées devait offrir le meilleur champ de recherches pour expliquer cet obscur problème. [...] Ces considérations m'engagent à consacrer le premier chapitre de cet ouvrage à l'étude des variations à l'état domestique. »

Doc 1 : Extrait d'un document d'agronomie sur l'élevage des escargots en Afrique

« Une fois l'élevage bien lancé, les éleveurs pourront sélectionner les géniteurs à partir de leur propre population d'escargots. Les reproducteurs doivent être sélectionnés pendant la période humide précédant l'estivation, en fonction des critères suivants :

- Fécondité (nombre d'œufs escomptés sur la base des pontes antérieures)
- Taux d'éclosion (taux d'œufs éclos sur le nombre total d'œufs pondus)
- Taux de survie (pourcentage d'escargots susceptibles de survivre après l'éclosion)
- Taux de croissance
- Solidité de la coquille

Les notes prises par les éleveurs peuvent fournir ces informations. En règle générale, il faut choisir son cheptel de reproduction parmi les escargots ayant «gros le plus vite tout en ayant la coquille la plus solide. En effet, plus solide est la coquille, plus l'escargot peut se protéger des prédateurs. »

Avec le document 1, expliquer l'action de l'Homme sur la composition de son élevage. Sur quelle propriété naturelle se base-t-il ? Quelles sont les conséquences sur les variétés domestiques ?

Axe 2 : Les espèces sauvages : variations et sélection naturelle

« J'étudierai ensuite la variabilité des espèces à l'état de nature. [...] Dans le chapitre suivant, nous considérerons la lutte pour l'existence parmi les êtres organisés dans le monde entier, lutte qui doit inévitablement découler de la progression géométrique de leur augmentation en nombre. C'est la doctrine de Malthus appliquée à tout le règne animal et à tout le règne végétal. Comme il naît beaucoup plus d'individus de chaque espèce qu'il n'en peut survivre ; comme, en conséquence, la lutte pour l'existence se renouvelle à chaque instant, il s'ensuit que tout être qui varie quelque peu que ce soit de façon qui lui est profitable a une plus grande chance de survivre ; cet être est ainsi l'objet d'une sélection naturelle. En vertu du principe si puissant de l'hérédité, toute variété objet de la sélection tendra à propager sa nouvelle forme modifiée. »

Doc 2 : Gènes et allèles de *C. nemoralis*

Les allèles sont cités dans l'ordre décroissant de dominance.

Gène	Caractère	Allèle	Phénotype
C	Couleur de base de la coquille	CB	Brun
		CR	Rose
		CJ	Jaune
B	Bandes	B0	Sans bandes
		BB	Avec bandes

Modifié d'après le Tableau 2 de Murray (1975).

Murray, J.1975 The genetics of the Mollusca. In King, RC. (ed.) Handbook of Genetics. Vol. 3. Invertebrates of genetic interest. Plenum, New York 3-31.

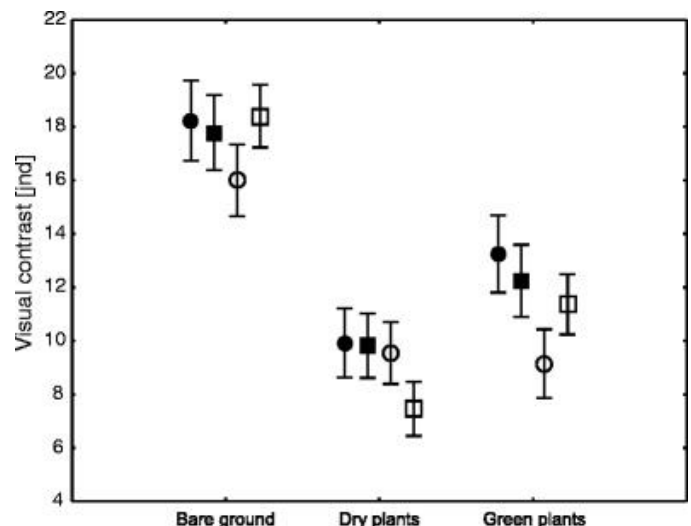
Document 3 : Visibilité des différentes couleurs de coquilles pour les oiseaux.

Dans cette étude, on a mesuré avec un spectrophotomètre la couleur des escargots de quatre types : Rose sans bandes (P0), rose avec 5 bandes (P5), jaune sans bandes (Y0) et jaune avec 5 bandes (Y5). On modélise ensuite le système de perception des oiseaux pour connaître le contraste visuel entre chaque couleur de coquille et le support sur lequel se place l'escargot dans son habitat naturel. Dans le graphique ci-dessous, plus la valeur de contraste est élevée, plus la coquille est visible pour un oiseau.

Les résultats présentés ci-contre donnent le contraste visuel de chaque type de coquille sur différents fonds :

- Le sol nu (Bare ground)
- Les plantes sèches (Dry plants)
- Les plantes vertes (Green plants)

Cercle noir : escargot rose avec 5 bandes (P5)
Carré noir : escargot jaune avec 5 bandes (Y5)
Cercle blanc : escargot rose sans bandes (P0)
Carré blanc : escargot jaune sans bandes (Y5)



Source : Surmacki A, Ożarowska-Nowicka A, Rosin ZM. 2013. Color polymorphism in a land snail *Cepaea nemoralis* (Pulmonata: Helicidae) as viewed by potential avian predators. *Naturwissenschaften*.

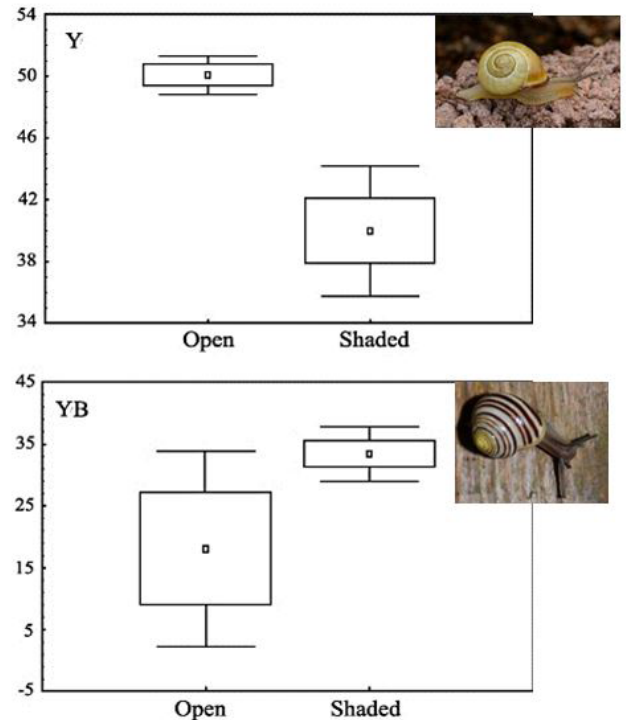
NB : Les barres représentent des écart-types des valeurs. Cet intervalle correspond à la variation normale autour de la moyenne. Il faut y faire attention quand on compare des résultats. Si les différences entre moyennes sont inférieures à la variation naturelle alors, on ne peut pas vraiment conclure. On dit que la différence n'est pas significative.

Document 4 : Fréquence des couleurs de coquille selon l'habitat

En 1999, des escargots jaunes et jaunes à bandes ont été relâchés en proportions égales dans chaque milieu.

En 2010, les escargots ont été échantillonnés dans les deux milieux naturels (Open = habitat ensoleillé et ouvert, Shaded= habitat ombragé). La figure présente la fréquence des escargots jaunes sans bandes (Y) et jaunes avec bandes (YB) dans les deux habitats

En complément, voici les résultats d'une expérience réalisée en conditions contrôlées (température extérieure de 22°C) où l'on mesure la température des escargots dont la coquille a été peinte en noir.



Source : Ozgo & Boguzi. 2011. Biological Journal of the Linnean Society.

	Température corporelle moyenne (en °C)
Escargots témoins	29.8
Escargots dont la coquille est peinte en noir	32.3

Source : Heath, D. J. 1975. Colour, sunlight and internal temperatures in the land snail *Cepaea nemoralis* (L.). *Oecologia* 19: 29-38

Avec l'ensemble de ces documents, formulez une conclusion sur l'action de la sélection naturelle et l'évolution des phénotypes/ des allèles associés.

Axe 1 : Les variétés domestiques.

- Il existe des variations entre les individus d'une espèce domestique
Ex sur la photo : diversité de forme, de taille, de couleur entre les escargots d'élevage.
- L'homme exerce une sélection artificielle sur la reproduction des individus d'élevage.
Ex dans le texte : on conseille à l'éleveur de faire se reproduire les individus qui l'intéressent (coquille solide, bonne survie, etc...).

NB : Cela fonctionne que si les caractères sont héréditaires.

→ **Certains caractères sont sélectionnés, on crée des lignées, des races présentant les caractéristiques intéressantes pour l'homme.**

Axe 2 : Variation et sélection dans la nature.

- Il existe des variations entre les individus d'une même espèce
Ex sur la photo/les observations des planches : diversité de forme, de taille, de couleur entre les escargots.
- Ces variations sont héréditaires.
Voir le document 2 sur les allèles. On peut proposer de dessiner les génotypes de deux escargots et voir quel serait les génotypes /phénotypes possible dans la progéniture. Par exemple, une mère jaune à bande sera (CJ/CJ & BB/BB) et un père rose homozygote avec bandes sera (CR/CR et BB/BB). Ils donneront des enfants CJ/CR et BB/BB donc roses (car dominance et à bandes).
- La sélection naturelle favorise certains phénotypes. Ceux-ci survivent mieux et peuvent se reproduire
Doc3 : Selon l'habitat, certaines couleurs de coquille subiront une plus forte pression de prédation. (ex : Les coquilles jaunes sont moins visibles sur les herbes sèches aux yeux des prédateurs donc les escargots à coquilles jaunes survivent mieux sur herbes sèches que les roses ou ceux à bandes. Inversement, les roses survivent mieux sur herbes vertes).
Doc4 : Les coquilles foncées absorbent mieux la chaleur que les coquilles claires. Ceci explique qu'elles soient favorisées à l'ombre mais moins performantes au soleil (trop chaud ? plus de prédation ?)
- Les fréquences alléliques des générations suivantes sont modifiées : évolution
Les individus qui survivent mieux laissent plus de descendants. Ainsi, les coquilles foncées qui ont mieux survécu à l'ombre sont devenues plus abondantes dans la population que les coquilles jaunes claires. Imaginons une population d'escargots sans bandes dont 50% sont roses et 50% sont jaunes. On place cette population dans un milieu de plantes vertes. Si l'on revient après plusieurs générations, on s'attend à trouver une majorité d'escargots à coquille roses. La fréquence de l'allèle CR aura augmenté dans la population.

Si le milieu s'assèche et que les herbes deviennent sèches, les jaunes seront favorisés et l'allèle jaune peut de nouveau devenir fréquent dans la population.

Le document 4 permet d'envisager le résultat de la sélection. C'est un début d'évolution avec des changements de fréquences alléliques selon les milieux

→ La sélection naturelle favorise la survie et la reproduction de certains phénotypes dans un environnement donné. Si les variations sélectionnées sont héréditaires, leur fréquence va augmenter dans la population au fil des générations. Au niveau génétique cela se traduit par une augmentation de la fréquence de certains allèles. La nouvelle espèce ne ressemblera plus tout à fait à ce qu'elle était il y a quelques générations : c'est l'évolution.

Pour aller plus loin :

- On peut insister sur le fait que la sélection naturelle est liée à l'environnement, par exemple les coquilles favorisées ne sont pas les mêmes selon si l'habitat est sec ou vert. Faire le lien avec les changements de climat dans le passé...
- On peut discuter de la formation des espèces : par exemple si telle forme est favorisée dans tel milieu et une autre dans un autre milieu et qu'elles en viennent à ne plus se rencontrer/se croiser, on peut envisager qu'elles s'isolent et deviennent deux espèces séparées.
- Notion de compétition entre espèces et au sein d'une même espèce. Dans un environnement donné, le nombre d'individus d'une même espèce ne peut pas croître de manière exponentielle. Les ressources en espace, en nourriture, en eau sont limitantes et seule une partie de la population va survivre et se reproduire : ceux qui sont les plus adaptés à leur environnement.
- Une petite image pour bien comprendre que la sélection naturelle s'exerce entre individus d'une même population. « C'est l'histoire de deux dinosaures qui sont surpris par un gros dinosaure carnivore. Ils prennent la fuite mais le carnivore les rattrape. L'un dit « à quoi bon courir, de toute façon, il va nous rattraper et nous dévorer ». L'autre répond « Je ne cours pas pour lui échapper, je cours pour aller plus vite que toi ! ».

Schéma bilan

Il existe des variations entre les individus d'une espèce domestique

Ex : différence de dureté de coquille des escargots d'élevage

Ces variations sont héréditaires

L'Homme exerce une sélection artificielle.

Ex : Garder comme reproducteurs les individus dont la coquille est la plus dure.

Des variétés présentant des caractères intéressants pour la domestication sont conservées

Il existe des variations entre les individus d'une espèce sauvage

*Ex : différence de couleur de coquille chez *Cepaea**

Ces variations sont héréditaires

*Ex : Allèles porteurs de la différence de couleur de coquille ou des bandes chez *Cepaea**

L'environnement exerce une sélection naturelle : Les individus porteurs de variations avantageuses survivent mieux et se reproduisent mieux

Ex : Les escargots roses survivent mieux sur les plantes vertes car ils subissent moins de prédation.

Les fréquences des phénotypes/des allèles sont modifiées

Ex : Dans le milieu ombragé, la fréquence des escargots à bandes est plus élevée



VIGIENATURE École



Observatoire
de la Biodiversité
des Jardins



Nos observatoires



vigienature-ecole.fr



vne@mnhn.fr

Un programme du



Avec l'appui de



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

Avec le soutien de



FONDATION
D'ENTREPRISE
HERMÈS