
UNE SIMULATION DE L'ÉVOLUTION

Activité pédagogique adaptée de «Exploring Genetic Drift &
Natural Selection Through a Simulation Activity»,
de Timothy J. Maret & Steven W. Rissing

Par les professeurs du département
de biologie du Collège Ahuntsic

UNE SIMULATION DE L'ÉVOLUTION

Par les professeurs du département de biologie

Collège Ahuntsic

Note : Lorsqu'il s'agit de termes qui renvoient à des personnes dont le sexe n'est pas défini ou qui renvoient aux deux sexes, le générique masculin est utilisé seul, sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.

Les auteurs autorisent toute utilisation de ce texte à des fins pédagogiques, pourvu qu'il y ait mention de la source.

Le respect de ces recommandations encouragera les auteurs à partager leur expérience.

UNE SIMULATION DE L'ÉVOLUTION

Présentation de l'activité pédagogique

La population visée

Cette activité s'adresse aux étudiants du cours 101-NYA-05 (Évolution et Diversité), dans le cadre du programme 200.BO: Sciences de la Nature. Le nombre idéal de participants est de 24 (2 fois 6 équipes de 2), mais cette activité peut tout aussi bien se dérouler avec des groupes comportant entre 8 et 40 participants.

Description de l'activité

L'activité présentée a été adaptée de «Exploring Genetic Drift & Natural Selection Through a Simulation Activity» (voir médiagraphie) et consiste en une simulation d'une population de moules sur fond marin, soumises à la prédation à vue (par exemple, celle des oiseaux pêcheurs) ou à la mortalité aléatoire (par exemple, lorsque des billots de bois heurtent le fond). La compilation des données accumulées lors de la simulation servira à illustrer les concepts de dérive génétique et de sélection naturelle. Ces deux facteurs pourront être étudiés séparément en regard de leur effet sur l'évolution de la population de moules subissant des pertes et se reproduisant selon les paramètres décrits plus loin.

Les étudiants auront à formuler des hypothèses sur l'évolution des populations après plusieurs générations et vérifieront ces hypothèses en compilant des données expérimentales. Le professeur jouera surtout un rôle accessoire d'animateur (il pourra aussi guider la réflexion après l'activité!). Les moules seront simulées par des billes de couleur, les étudiants jouant, selon le cas, le rôle de prédateur ou de billot, et le fond marin sera représenté par un rectangle de tissu imprimé.

Objectifs pédagogiques

L'étudiant aura l'occasion d'appliquer la méthode scientifique au moyen d'une démarche expérimentale simple. L'objectif visé est de familiariser l'étudiant à la formulation d'hypothèses et de lui fournir un contexte propice à l'analyse et l'interprétation correcte de résultats expérimentaux en regard de ces hypothèses.

Les bénéfices de cette activité sont grands, comparativement au temps requis pour la faire et au coût du matériel nécessaire. Elle a l'avantage de permettre l'énoncé d'hypothèses simples et facilement vérifiables, en plus d'illustrer de façon pratique des concepts qui le plus souvent restent théoriques parce qu'ils décrivent des phénomènes naturels se déroulant sur de relativement longues périodes de temps (sélection naturelle, dérive génétique, valeur adaptative, extinction, microévolution, etc.).

Relation entre l'activité et le programme suivi par les élèves

Cette activité sur l'évolution facilite l'atteinte de plusieurs buts généraux du programme, plus particulièrement les trois buts suivants :

- Acquérir des connaissances portant sur les lois, les théories et les principes fondamentaux qui expliquent les phénomènes naturels;
- Développer des habiletés intellectuelles d'ordre supérieur;
- Acquérir l'esprit et la méthode scientifique.

L'activité de simulation se prête bien à l'utilisation d'Excel sur ordinateur (ou d'un autre logiciel permettant de faire des tableaux et des graphiques) pour compiler les résultats du groupe, ce qui permet dans ce cas de faciliter un autre but général du programme, soit «S'initier à l'utilisation de l'ordinateur dans le travail scientifique».

Le fait de simuler l'évolution permet d'aborder et de consolider plusieurs concepts fondamentaux du cours 101-NYA-05. L'intégration des concepts liés à l'évolution et à la génétique des populations

est grandement facilitée par la réflexion qu'exige la formulation d'hypothèses, sans compter les nombreuses observations et réflexions spontanées qui découlent de la démarche expérimentale utilisée ici. Celle-ci a l'avantage de générer un grand nombre de données dans un laps de temps relativement court. De plus, l'activité permet d'illustrer des notions utiles à l'introduction de l'écologie (relations prédateur-proie, adaptation au milieu, etc.).

Description du matériel nécessaire

Matériel de l'enseignant

Les mêmes documents que ceux fournis aux étudiants ainsi qu'un tableau et une craie.

Matériel des élèves

Pour chaque équipe de deux étudiants :

- 60 billes de 6 couleurs différentes mais de la même forme (10 billes de chaque couleur);
- Un masque ou bandeau;
- Un napperon de tissu à motifs;
- Un contenant pour déposer les billes (un bol à soupe en styromousse convient parfaitement);
- Deux tableaux pour compiler les données (voir document B.1: Tableau des données de l'équipe et B.2: Données du groupe et questionnaire).

Les étudiants apportent en classe leur livre de référence: Biologie de Neil A. Campbell, adapt. Richard Martineau, éditions du Renouveau Pédagogique, 1995.

Encadrement pédagogique

Rôle du professeur

Vérifier la qualité de la préparation: les lectures ont-elles été faites, comprises? Les étudiants ont-ils énoncé deux hypothèses pertinentes?

Désigner les équipes: il doit y avoir un nombre à peu près égal d'équipes-prédateur et d'équipes-billot (2 étudiants par équipe).

Faciliter la compilation des résultats du groupe: on peut noter au tableau les résultats compilés (document B.2).

Guider les étudiants dans leur réflexion, pour leur permettre de répondre aux questions (document B.2).

Organisation de l'activité

L'activité dure approximativement 2 heures en tout. Les étudiants sont en équipes de deux (un étudiant prélève les billes, l'autre les compte et les redistribue), réparties par le professeur en équipes-prédateur et équipes-billot en proportions à peu près égales.

Déroulement et temps nécessaire pour réaliser l'activité

Les étudiants peuvent compter deux heures de préparation pour faire les lectures préalables et formuler les hypothèses, individuellement à la maison (consulter le guide de l'étudiant pour plus de détails).

Dès que les étudiants entrent en classe, le professeur vérifie leurs hypothèses (un étudiant n'ayant pas encore formulé ses hypothèses sera invité à compléter sa préparation pour pouvoir participer à l'activité). Puis, il distribue les rôles (billot ou prédateur) pour chaque équipe.

Un des membres de l'équipe est responsable de la répartition des billes sur le tissu (nommons-le l'expérimentateur), l'autre joue soit le rôle de prédateur ou de billot. Les billes sont réparties sur le tissu (10 billes de chacune des 6 couleurs) sans que le prédateur ou billot les voie. On met un bandeau à l'étudiant-billot pour l'empêcher de voir (tandis que le prédateur lui se sert évidemment de sa vue) et les billes sont alors prélevées le plus rapidement possible, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus que 15 sur les 60 initiales (l'expérimentateur s'assure que le compte est bon!). Pour chaque bille restante, il faut simuler un taux de fécondité équivalent: trois descendants de la même couleur (on aura donc $15 + 45 = 60$ billes à répartir à nouveau sur le tissu). Les étudiants notent leurs résultats et font ainsi trois cycles de prédation-reproduction.

Les résultats sont compilés pour l'ensemble du groupe (voir les documents B.1 et B.2) et servent de base de réflexion pour la réponse aux questions du deuxième document).

Donc, pour résumer, les différentes étapes de l'activité s'enchaîneront comme suit :

1. Présentation du problème par le professeur;
2. Lecture des textes (à la maison);
3. Élaboration des hypothèses (à la maison);
4. Formation des équipes, détermination des rôles et distribution du matériel;
5. Explication et consignes pour l'expérimentation;
6. Expérimentation;
7. Compilation des données;
8. Analyse et interprétation des résultats (retour sur les hypothèses).

Le travail à la maison peut nécessiter deux heures environ, et l'activité en classe dure également deux heures.

Évaluation suggérée pour l'activité

L'activité décrite ne constituait qu'une partie d'une séance de laboratoire de trois heures dont la pondération est de 4% de la note finale du cours. La proportion allouée spécifiquement à la simulation peut donc constituer 2 à 3% de la note, et ce qui est évalué est la qualité des réponses aux questions. Les hypothèses formulées avant expérimentation pouvaient être erronées sans que cela nuise à la note si l'interprétation des résultats était correcte; dans le cas contraire, l'étudiant est bien entendu pénalisé.

Prenons pour exemple le cas d'un étudiant qui aurait émis l'hypothèse que la population de moules écrasée par les billots n'évoluera pas. Il peut, par hasard, obtenir des proportions semblables pour chacune des couleurs, à la fin de son expérimentation; mais il doit aussi analyser les résultats du groupe. En notant les résultats des autres équipes, il voit que pour quelques-unes, certaines couleurs ont disparu de la population, alors que pour d'autres équipes ces mêmes couleurs auront augmenté en proportion. Il pourrait être tenté de conclure qu'il n'y a eu globalement aucune évolution, parce qu'il ne peut distinguer aucune tendance commune entre les équipes. Cette interprétation est bien sûr erronée; si on l'amène à approfondir sa réflexion, il pourra préciser l'unité qui évolue (la population, et non un groupe de populations) et la cause de l'évolution (la dérive génétique, due au hasard, ou la sélection naturelle, qui peut être directionnelle, stabilisante ou diversifiante).

Médiagraphie

«Exploring Genetic Drift & Natural Selection Through a Simulation Activity», *The American Biology Teacher*, vol. 60, n°9, novembre/décembre 1998.

Neil A. Campbell. *Biologie*, adapt. Richard Martineau, éditions du Renouveau Pédagogique, 1995.

