



Modéliser la sélection naturelle chez les pinsons

publié le 22/10/2021

Descriptif :

En seconde, les élèves récupèrent en temps limité des graines de dimensions variables avec des pinces différentes, en suivant une règle du jeu imposée. Activité inspirée d'une séquence de la main à la pâte "une belle prise de becs"

Sommaire :

- Contexte pédagogique
- Mise en œuvre de la l'activité, la phase ludique du jeu
- L'objectif notionnel : quid de la dérive ou de la sélection ?
- L'objectif didactique : calcul des effectifs de pinsons et différenciation
- Exploitation des résultats
- Attitudes des élèves durant la séance

● Contexte pédagogique

○ La références du BO, programme de seconde


Dans la partie "*biodiversité, résultat et étape de l'évolution*", on aborde les forces évolutives à l'origine de la biodiversité : l'évolution de la biodiversité.

Un extrait du BO :


"La dérive génétique est une modification aléatoire de la fréquence des allèles au sein d'une population au cours des générations successives. Elle se produit de façon plus rapide lorsque l'effectif de la population est faible. La sélection naturelle résulte de la pression du milieu et des interactions entre les organismes. Elle conduit au fait que certains individus auront une descendance plus nombreuse que d'autres dans certaines conditions."

○ Source d'inspiration pour cette modélisation

Il existe de nombreux logiciels et sites pour modéliser la sélection naturelle, mais quand c'est possible, le manipulateur est toujours plus ludique. Habituellement, j'utilisais des pompons de couleurs assimilés à des espèces différentes et des lancés de dés permettaient de faire croître les populations avec deux règles du jeu, une axée sur la dérive génétique, l'autre axée sur la sélection naturelle.

Après avoir visionné des vidéos de l'activité [une belle prise de becs](#)  proposée par la main à la pâte, en cycle 4, je me suis lancé dans une adaptation pour le niveau seconde, avec comme projet didactique de travailler sur la **différenciation pédagogique**.

Sur ce type d'activité, surtout quand il y a des interprétations graphiques à partir des résultats, tout le monde n'avance pas à la même vitesse.

Cet exemple d'activité basée sur la capture différentielle d'éléments pour illustrer la sélection naturelle est plutôt fréquente, on trouve d'autres exemple en seconde, sur [l'académie de Strasbourg](#) .

Moyennant des ajustements, avec une règle simplifiée et toutes les aides de résolution accessibles dès le départ, on peut aussi revenir sur le thème du cycle 4 : Vivant et son évolution - partie dynamique des populations et paramètres d'influence. B.O N°31 du 30 juillet 2020.

Après quelques essais de combinaisons graines / pinces optimales, sur 2 années consécutives et une dizaine de séances, j'ai décliné plusieurs niveaux de difficultés laissés au choix des élèves, au moment de l'étude des résultats obtenus durant la phase de jeu.

► **Objectif notionnel de la séance** : Comprendre quels mécanismes influencent l'évolution des populations de pinsons.

● **Mise en œuvre de la l'activité, la phase ludique du jeu**

○ **Matériel pour la modélisation**









Matériel de modélisation.

Les élèves jouent en trinômes

- Trois types de "graines" sont placées dans une bassine de dissection, des billes d'argile, des petits pois et des grains de riz.
- Trois pinces sont disponibles, une pince en bois de labo, une pince à linge, une pince fine à épiler.
- Trois couvercles de boîtes de Pétri, les élèves y déposeront leur graines
- Trois dés
- Un bécher de 250 mL
- Un chronomètre ou les portables des élèves
- Une calculatrice ou les portables des élèves
- Un ordinateur

○ **Lancement de l'activité**

Trois espèces de pinsons possédant des formes de becs différentes		
 Pinson A = <i>Certhidea olivacea</i> <u>Géospize</u> à bec fin	 Pinson B = <i>Geospiza difficilis</i> <u>Géospize</u> à bec moyen	 Pinson C = <i>Geospiza magnirostris</i> <u>Géospize</u> à gros bec
Modélisation du bec des pinsons		
		

Associations pinsons et pinces.

Au sein des trinômes, chaque élève choisi une pince et "devient", le temps de la séance, un pinson qui doit se nourrir dans le milieu afin de pouvoir se reproduire. La quantité de graines récoltées détermine le nombre d'œufs qui seront pondus à chaque tour de jeu.

Au signal du professeur, sur une durée de 20 secondes (une génération), il faut attraper un maximum de graines en utilisant uniquement sa pince (faisant office de bec).

Chaque élève compte ses graines, les reporte dans un tableau papier distribué. Il lance également son dé et note le score dans le même tableau.

Géospize à bec fin	jetons récoltés par pinson										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. Nombre de graines											
2. Nombre de jetons											
3. Nombre de pinsons											
4. Nombre de graines récoltées											
5. Nombre de pinsons récoltés											

Tableau jeu 1.

Compteur à deux filets		Évolution du nombre d'individus									
	Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Nombre de billes d'argile											
2. Nombre de petits pois											
3. Nombre de grains de riz											
4. Nombre total d'individus											

Tableau jeu 2.

Il y a deux phases dans le jeu, avec une règle adaptée à la dérive génétique (jeu n°1) et une règle adaptée à la sélection naturelle (jeu n°2). Chaque jeu dure durant 10 générations, donc 10 fois 20 secondes.

Durant ces phases de jeu, aucun calcul n'est demandé, seules les deux premières lignes des tableaux sont renseignées, même si les élèves ont toutes les informations pour les compléter intégralement, il est préférable de différer les pérégrinations mathématiques pour ne pas inhiber l'émulation liée au picorage effréné dans les bassines. Les calculs seront réalisés à la fin des manipulations, puis les élèves devront produire un graphique récapitulant les résultats du trinôme.

Le graphique illustrera l'évolution du nombre total de pinsons pour les 3 espèces, au fil des 10 générations.

Durant le jeu, les élèves peuvent se nourrir de n'importe quelle "graine", du moment qu'il l'ont attrapée avec leur pince. Bien entendu, pinces et graines ont été choisies méticuleusement de façon à ce que :

- La pince de labo (gros bec) attrape facilement les billes d'argile, les petits pois sont accessibles. Par contre, impossible de prendre des grains de riz.
- La pince à linge (bec moyen) récupère assez facilement les petits pois, beaucoup plus difficilement les billes d'argile et les grains de riz sont inaccessibles.
- La pince fine (bec pointu) doit avoir une petite ouverture, il faut vraiment les pinces de labo de petite taille. C'est le seul pinson à pouvoir se nourrir des grains de riz, les petits pois sont facilement saisissables mais impossible d'attraper les billes d'argile.

Il y a donc de la compétition pour se nourrir, quelle que soit la pince (forme du bec) choisie.

● L'objectif notionnel : quid de la dérive ou de la sélection ?

Jusqu'à la mise en commun des résultats la séance suivante, les élèves n'ont pas la correspondance entre le mécanisme évolutif et le numéro du jeu. C'est ce sur quoi ils devront se prononcer après concertation, à la fin du TP.

○ Jeu n°1 = dérive génétique

On part du principe que la dérive génétique peut modifier les effectifs des populations présentes, indépendamment des adaptations favorables sélectionnées par le milieu, ici la forme du bec par rapport au type de graines. Dans la règle imposée, le dé lancé représente le nombre d'œufs qui vont se briser dans le nid. Ce sera donc le hasard qui va limiter l'accroissement de la population, indépendamment de la performance du joueur dans sa récolte de graines.

1 ^{er} jeu : le dé modifie le nombre d'œufs viables	
1.	Disposer 20 billes d'argile + 20 petits pois + 20 grains de riz dans la bassine.
2.	Le professeur donne le top départ, vous avez 20 secondes pour vous nourrir, chaque période de 20s correspond à une année.
3.	Après 20s de « lutte », vous comptez vos graines, peu importe le type de graines. Vous reportez le nombre dans le tableau de suivi de votre espèce.
4.	Chaque joueur lance à tour de rôle un dé, le score obtenu est noté sous le nombre de graines.
5.	Toutes les graines sont remises dans la bassine.
6.	Vous jouez 10 parties de 20 secondes.
7.	Construction du graphique montrant l'évolution du nombre de pinsons sur 10 années.

Règle du jeu 1.

1. Disposer 20 billes d'argile + 20 petits pois + 20 grains de riz dans la bassine.
2. Au top départ, vous avez 20 secondes pour vous nourrir, chaque période de 20s correspond à une année.
3. Après 20s de « lutte », vous comptez vos graines, peu importe le type de graines. Vous reportez le nombre dans le tableau de suivi de votre espèce.
4. Chaque joueur lance à tour de rôle un dé, le score obtenu est noté sous le nombre de graines.
5. Toutes les graines sont remises dans la bassine.
6. Vous jouez 10 parties de 20 secondes.
7. Construction du graphique montrant l'évolution du nombre de pinsons sur 10 années.

Le graphique nécessite le remplissage du tableau, qui représente un énorme blocage pour la plupart des élèves de seconde.

Le choix des graines et des pinces fait qu'en général, le pinson à gros bec (pince en bois de labo) est plus efficace dans la récolte de nourriture, viens ensuite le pinson à bec fin (pince à épiler), puis le pinson à bec moyen (pince à linge).

○ Jeu n°2 = sélection naturelle

Tous les élèves comprennent que la forme du bec (la pince) est une adaptation des oiseaux en fonction du type de graine. La règle va donc imposer un handicap à l'une des espèces, afin de montrer que lorsqu'une population ne se nourrit majoritairement que d'un seul type de graine, un aléas climatique peut décimer les pinsons. Cette espèce n'est donc plus adaptée aux conditions du milieu.

C'est le professeur, en passant dans chaque trinôme, qui désigne l'espèce à pénaliser, en fonction du nombre total de graines récoltées pendant les 10 générations du jeu n°1.

L'élève le plus performant va devoir enlever ses graines "préférées" de la bassine avant les 20 secondes de récolte. C'est la somme des scores des 3 dés qui donne le nombre de graines à enlever.

2 ^{ème} jeu : le dé modifie le nombre de graines d'une des espèces de pinsons	
1.	Disposer 20 billes d'argile + 20 petits pois + 20 grains de riz dans la bassine.
2.	Chaque joueur lance son dé, le score obtenu est reporté dans le tableau.
3.	La somme des 3 dés donne le nombre de graines à retirer de la bassine. Pour l'une des 3 espèces (le prof indique laquelle) : <ul style="list-style-type: none"> • le Géospize à bec fin → grains de riz • le Géospize à bec moyen → petits pois • le Géospize à gros bec → billes d'argile
4.	Le prof donne le top pour 20 secondes, le nombre de graines récupérées est noté dans le tableau.
5.	Toutes les graines sont remises dans la bassine.
6.	Vous jouez 10 parties de 20 secondes.
7.	Construction du graphique montrant l'évolution du nombre de pinsons sur 10 années.

Règle du jeu 2.

1. Disposer 20 billes d'argile + 20 petits pois + 20 grains de riz dans la bassine.
2. Chaque joueur lance son dé, le score obtenu est reporté dans le tableau.
3. La somme des 3 dés donne le nombre de graines à retirer de la bassine. Pour l'une des 3 espèces (le prof indique laquelle) :
 - le Géospize à bec fin retire des grains de riz,
 - le Géospize à bec moyen retire des petits pois,
 - le Géospize à gros bec retire des billes d'argile.
4. Le prof donne le top pour 20 secondes, le nombre de graines récupérées est noté dans le tableau.
5. Toutes les graines sont remises dans la bassine.
6. Vous jouez 10 parties de 20 secondes.
7. Construction du graphique montrant l'évolution du nombre de pinsons sur 10 années.

En général, le pinson à bec fin prend rapidement l'avantage sur les deux autres.

● L'objectif didactique : calcul des effectifs de pinsons et différenciation

○ Le remplissage des tableaux

La multiplicité des blocages liés aux difficultés de lecture, de compréhension de la logique de remplissage des tableaux et bien entendu de l'outil mathématique est effarante. Certains élèves ne reconnaissent pas le "X" ou le "/" comme opérateurs mathématiques, ce qui m'a conduit à remplacer ces symboles par le verbe correspondant dans les consignes (multiplier par, diviser par) du moins pour le jeu n°1.

Alors que la consigne est clairement donnée oralement, de remplir totalement une colonne, avant de passer à la suivante, certains s'obstinent à vouloir compléter les tableaux ligne par ligne. Il ne comprennent pas que c'est l'effectif final de la première colonne qui permet de passer à la deuxième génération.

Dans le principe, c'est assez simple, en fonction du nombre de graines récoltées en 20 secondes, chaque année, l'oiseau pond des œufs, il lui faut 4 graines pour obtenir un œuf. Arrondir à l'entier inférieur issu de la division par 4 n'est pas spontané. Un oiseau qui pond 1.33 œufs ne dérange pas grand monde. Il n'y a pas de lien entre l'opération mathématique et la réalité.

Dans le jeu n°1, le dé donne le nombre d'œufs brisés, qu'il faut retrancher du nombre d'œufs pondus, avant d'obtenir les poussins. Pour les score 1 et 2 ⇒ aucun œuf abîmé, 3 et 4 ⇒ un œuf abîmé, 5 et 6 ⇒ deux œufs abîmés.

Chaque œuf qui éclot donne donc un poussin qui va s'ajouter aux individus déjà présent pour former l'effectif de la deuxième année.

Mais il n'y a que les femelles qui pondent, il faut donc à chaque génération multiplier le nombre d'œufs pondus intacts (calculé à partir du nombre de graines) par le nombre de femelles de la colonie. Ce nombre de femelles est le nombre total de pinsons divisé par deux (en arrondissant au nombre entier inférieur).

Géospize à bec fin		génération de pinsons										1 ^{er} jeu
		Années	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	Graines récoltées											
b	Lancé de dé											
c	Œufs éclos par femelle											
d	Nbr total de poussins											
e	Nbr total de pinsons adultes											

- *Au départ du jeu, il n'y a qu'un couple de pinsons adultes dans la colonie
- Nombre de graines récupérées en 20 secondes.
 - Pour 1 et 2 \Rightarrow aucun œuf abîmé. 3 et 4 \Rightarrow un œuf abîmé. 5 et 6 \Rightarrow deux œufs abîmés
 - Calcul des œufs qui vont éclore = Graines divisées par 4, moins les œufs abîmés
Il faut avoir mangé 4 graines pour pouvoir pondre un œuf.
 - Calcul du nombre de poussins de la colonie = (Œufs éclos c) multipliés par le nombre de pinsons femelles*.
**La moitié des pinsons adultes de la colonie sont des femelles (arrondir à la partie entière inférieure)*
 - Calcul du nombre total de pinsons dans la colonie en fin d'année = pinsons adultes + poussins.



Tableau + consignes jeu n°1.

Au final, il faut pour le jeu n°1, faire une division par 4 des graines, arrondir, soustraire les œufs cassés (lancer de dé), multiplier par le nombre de femelles (obtenu par une division par 2) et additionner ce résultat (= jeunes poussins sortis des œufs) au nombre de pinsons adultes. Cela demande de la rigueur.

Géospize à bec fin		génération de pinsons										2 ^{ème} jeu
		Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	Lancé du dé (pour info)											
b	Graines récoltées											
c	Œufs éclos											
d	Nbr total de poussins											
e	Nbr total de pinsons adultes											

- Votre dé = une partie des graines à retirer de la boîte.
- Nombre de graines récupérées en 20 secondes.
- Calcul des œufs qui vont éclore (prendre le nombre entier) = Graines/4
- Calcul du nombre de poussins = œufs éclos X nombre de pinsons femelles
- Calcul du nombre total de pinsons à la fin de l'année = pinsons adultes + poussins.



Tableau + consignes jeu n°2.

Pour le jeu n°2, c'est plus simple puisque les graines ont été enlevées avant la récolte, la logique de remplissage est conservée. Il n'y a pas à intégrer le lancer de dé dans le raisonnement. Les graines récoltées donnent "directement" le nombre d'œufs pondus par femelle (après division par 4 et arrondi).

O Niveaux de difficulté et différenciation pédagogique

Pour éviter d'avoir à courir sans cesse d'une table à l'autre, plusieurs aides sont proposées, chaque élève choisit celle qui lui convient sachant que l'activité n'est pas notée, mais évaluée par compétences, sur des items d'autonomie, de niveau de raisonnement (calcul mathématique) et de logique scientifique (cohérence du remplissage).

- L'option la plus difficile, celle qui était prévue initialement pour tous les élèves, lors de ma première tentative : L'élève n'utilise que le format papier, la calculatrice fournie, les consignes et recadrage donnés oralement à la classe, et il construit également sur papier son graphique (au verso de la feuille d'activité)




Graphique vierge.


- Une aide dessinée, qui récapitule toutes les étapes du calcul à réaliser pour le jeu n°1, avec les deux premières colonnes remplies en guise d'exemple. Ce document est distribué à tous les élèves qui bloquent sur la logique de remplissage des tableaux, même s'ils ne l'ont pas demandée au départ.

Aide visuelle jeu 1 (PDF de 491.4 ko)


Séance : Modéliser la sélection naturelle chez les pinsons - SVT - Académie de Poitiers.

- Un tableur numérique avec les formules de calcul déjà intégrées, les élèves n'ont qu'à reporter leur deux premières lignes et il n'y aura pour eux aucun calcul à réaliser, mais le graphique reste à construire.
 - soit sur papier (verso de la feuille d'activité)
 - soit numériquement avec les options graphiques du tableur

 **Aide remplissage du tableau jeu 1** (OpenDocument Spreadsheet de 57.4 ko)
Séance : Modéliser la sélection naturelle chez les pinsons - SVT - Académie de Poitiers.

 **Aide remplissage du tableau jeu 2** (OpenDocument Spreadsheet de 100.5 ko)
Séance : Modéliser la sélection naturelle chez les pinsons - SVT - Académie de Poitiers.

- Un tableur numérique avec formules de calculs et un graphique qui se construit automatiquement. Il ne restera à l'élève que la partie argumentation, c'est à dire se prononcer sur quel est le jeu qui décrit la dérive et quel est celui qui décrit la sélection naturelle.

 **Aide remplissage du tableau et graphique jeu 1** (OpenDocument Spreadsheet de 61 ko)
Séance : Modéliser la sélection naturelle chez les pinsons - SVT - Académie de Poitiers.

 **Aide remplissage du tableau et graphique jeu 2** (OpenDocument Spreadsheet de 104.1 ko)
Séance : Modéliser la sélection naturelle chez les pinsons - SVT - Académie de Poitiers.

● Exploitation des résultats

Pas facile de mener l'activité à son terme en 1h30, les élèves moins efficaces repartent avec leur tableau renseigné, les documents numériques sont disponibles sur l'ENT pour terminer à la maison.

Il n'y a que trois questions d'argumentation dans ce TP :

1. Que pouvez-vous déduire des résultats obtenus ?
2. Quel jeu correspond à de la dérive génétique, quel jeu correspond à la sélection naturelle ?
3. Justifier votre réponse.

L'argumentation doit être présente dans leur compte-rendu, mais je n'attends pas la "bonne" réponse puisque je construis le cours à partir de leur logique. Il faut simplement qu'ils se soient véritablement posé la question.



Exemple graphique jeu 1.

Pour la mise en commun, j'ai testé plusieurs stratégies.

Des captures écrans des graphiques de tous les groupes, montrées simultanément sur deux images A4 vidéoprojetées soit 6 graphiques par images. L'option est très "visuelle", mais il faut passer du temps pour saisir sur tableau leurs résultats quand les élèves ne l'ont pas fait.

Cette année, j'ai préféré présenter un décompte du nombre de fois où chaque pinson "gagne" (effectif le plus important) ou "perd" sur l'ensemble des groupes d'une classe, pour avoir une vision plus statistique.

Avec le **jeu n°1**, le hasard détermine le nombre d'œufs qui se cassent dans le nid. Sur 12 groupes d'élèves, ce sont les pinsons à gros bec et les pinsons à bec pointu qui se développent le mieux, les pinsons à bec moyen (pince à linge) avaient plus de difficulté à se nourrir. Cependant, les résultats en nombre de pinsons au total pour chaque espèce sont très fluctuants parmi les groupes d'élèves.



Résultats jeu 1.

Même avec beaucoup de graines récoltées, il faut de la chance au dé pour ne pas casser trop d'œufs. Si il est clair que les gros becs semblent les plus adaptés dans le jeu 1, on remarque que pour 2 trinômes, les gros becs arrivent en dernière position (histogramme de droite), tandis que dans un autre trinôme (histogramme central), les becs fins arrivent à s'imposer.

Il existe donc un paramètre, indépendant de la forme du bec, ne donnant pas prise à la sélection, qui nous empêche ici de prédire à coup sûr ce qui va se passer, vers quelle direction on va tendre, c'est le hasard...

On parle alors de **dérive génétique**. Pourquoi « génétique » ? Car ce sont les gènes qui déterminent la forme du bec.

Afin d'illustrer les effets du hasard, donc de la dérive génétique, lors de la mise en commun, il suffit de construire les graphiques sans tenir compte des lancers de dés, et de les comparer à ceux réalisés par les élèves au sein de chaque trinôme.

Dans cette modélisation, l'effet des effectifs sur l'efficacité de la dérive génétique n'est pas étudié.

Pour le **jeu n°2**, le dé détermine le nombre de graines à enlever du milieu, comme pour une tempête qui détruirait les ressources nutritives. Puisque chaque pinson a un bec qui est adapté à son type de graines, ceux qui en auront

moins à manger pourront moins facilement se reproduire.

Quand le dé ne pénalise qu'un seul type de graines, celle du pinson qui s'est par exemple le mieux nourri pendant le jeu n°1, ce dernier se développe comparativement moins vite que les deux autres espèces. Pourtant si il a réussi à supplanter les deux autres pinsons lors du jeu n°1, c'est bien qu'il était plus performant dans la récolte de nourriture... On parle alors de **sélection naturelle**.

Avec le deuxième jeu, ce n'est plus la forme du bec qui est importante, mais la pénurie ou la profusion de graines. La concurrence entre pinsons est plus rude, mais sur 12 groupes d'élèves, c'est pratiquement toujours le Géopize à bec fin (pince à épilée) qui prend l'avantage...

● Attitudes des élèves durant la séance

La séance fonctionne très bien en classe, même si parfois, il est préférable de scotcher les bassines à la paille.

Observer leur attitude est très instructif pour renseigner des profils de compétences. Il y a bien entendu les efficaces, les attentifs, les motivés et toute la panoplie des attitudes dans une activité de groupe.

Certains trichent, d'autres les sermonnent où expliquent les règles. Les leaders contrôlent le chronomètre (assez rapidement, les trinômes gèrent eux-mêmes leur rythme de jeu).

Il y a de l'empathie avec des échanges de pinces en cours de partie parce que l'un d'eux n'arrive pas à récupérer assez de graines. Quelques frictions surviennent, des coups de pinces dans la bassine, certains sont mauvais joueur parce qu'on leur prend "leurs" graines. Parfois encore, on constate des "pactes" de non agression ou de non compétition : les 3 élèves se mettent d'accord pour ne manger qu'une catégorie de graines ou placent "leurs" graines du bon côté de la bassine.

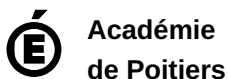
La communication intra-trinôme n'est pas interdite lors du remplissage des tableaux, il y a des tables "chacun pour soi" et d'autres où l'entraide est manifeste.

Pour les outils numériques, là encore, beaucoup de diversité entre ceux qui gèrent la construction graphique et ceux qui ne savent plus comment sauvegarder ou qui détruisent les cases où sont les formules de calcul.

Il y a les prudents qui prennent directement l'option de la construction papier, avec une première question récurrente "que met-on sur les axes ?".

 **TP pinson modélisation dérive et sélection** (PDF de 160.7 ko)

Séance : Modéliser la sélection naturelle chez les pinsons - SVT - Académie de Poitiers.



**Académie
de Poitiers**

Avertissement : ce document est la reprise au format pdf d'un article proposé sur l'espace pédagogique de l'académie de Poitiers.

Il ne peut en aucun cas être proposé au téléchargement ou à la consultation depuis un autre site.