

CreativLab



---

**Mesure de l'impact d'une activité numérique  
sur le raisonnement  
probabiliste et évolutionniste  
de lycéens**

# ÉQUIPE

## PARTENAIRE ACADÉMIQUE



**Claire Coiffard Marre**

MCF Didacticienne des mathématiques

Laboratoire ADEF

**Magali Coupaud**

MCF Didacticienne des sciences

Laboratoire ADEF

## PARTENAIRE SOCIO-ÉCONOMIQUE



**Jérémie Touzé**

Ingénieur en biochimie

**Robin Granda**

Enseignant agrégé de mathématiques

**Création d'outils numériques pour  
l'enseignement des sciences**

# CONTEXTE

## EDITEUR DE MANUEL SCOLAIRE HATIER



### Manuel SVT Seconde

### Activité sur la dérive génétique

→ Modéliser l'évolution des fréquences alléliques par dérive génétique

Génération 1: population de départ 10 individus - 4 allèles

**1 SÉLECTION DE 3 COUPLES REPRODUCTEURS**  
Choisir au hasard (les yeux bandés) 3 couples dans la population de départ.

**2 NOMBRE DE DESCENDANTS**  
Lancer le dé pour déterminer le nombre de descendants de chaque couple.

**3 DÉTERMINER LES ALLÈLES DE CHAQUE DESCENDANT**  
Chaque parent transmet soit l'allèle 1, soit l'allèle 2.  
Lancer le dé pour sélectionner l'allèle transmis par le premier parent.  
- Si le résultat est impair, il transmet l'allèle 1.  
- S'il est pair, il transmet l'allèle 2.  
Faire de même pour sélectionner l'allèle transmis par le 2<sup>e</sup> parent.

**Expérimenter**  
**Modéliser la dérive génétique.**  
Sous l'effet du hasard, la fréquence des allèles des gènes neutres change au cours des générations : c'est la dérive génétique. Son effet est d'autant plus marqué que l'effectif de la population est petit.  
Dans cette modélisation, on représente le génotype de chaque individu par deux briques colorées, associées : chaque couleur de brique représente un allèle d'un gène neutre.

**Individu A**  
Allèle 1 Allèle 2

**Liste du matériel**  
✓ Des briques colorées en plastique  
✓ 10 individus de départ (10 associations de deux briques)  
✓ Un dé à six faces

**3 Principe de la modélisation de la dérive génétique.** Cette modélisation peut être menée sur plusieurs générations, en appliquant toujours le principe suivant : dans une génération, seuls trois couples au maximum se reproduisent.

	Fréquence allèle vert	Fréquence allèle rose	Fréquence allèle orange	Fréquence allèle bleu
Simulation 1	0,46	0,36	0,09	0,09
Simulation 2	0,16	0,19	0,19	0,46
Simulation 3	0,12	0,56	0,20	0,12

**4 Résultats de trois simulations sur la génération trois.**  
Au départ, la fréquence de chaque allèle était 0,25 dans la population.

**CONSTRUIRE LE BILAN**

**1 Docs 1, 2 Comparer** les fréquences alléliques chez les Papous actuels et les autres populations d'Océanie.

**2 Doc 3 Réaliser** la modélisation proposée sur trois générations.

**3 Doc 4 Comparer** les résultats des simulations et **expliquer** l'origine des variations des fréquences alléliques dans une population.

**4 Conclure en expliquant** comment la dérive génétique est à l'origine des variations des fréquences alléliques dans une population.

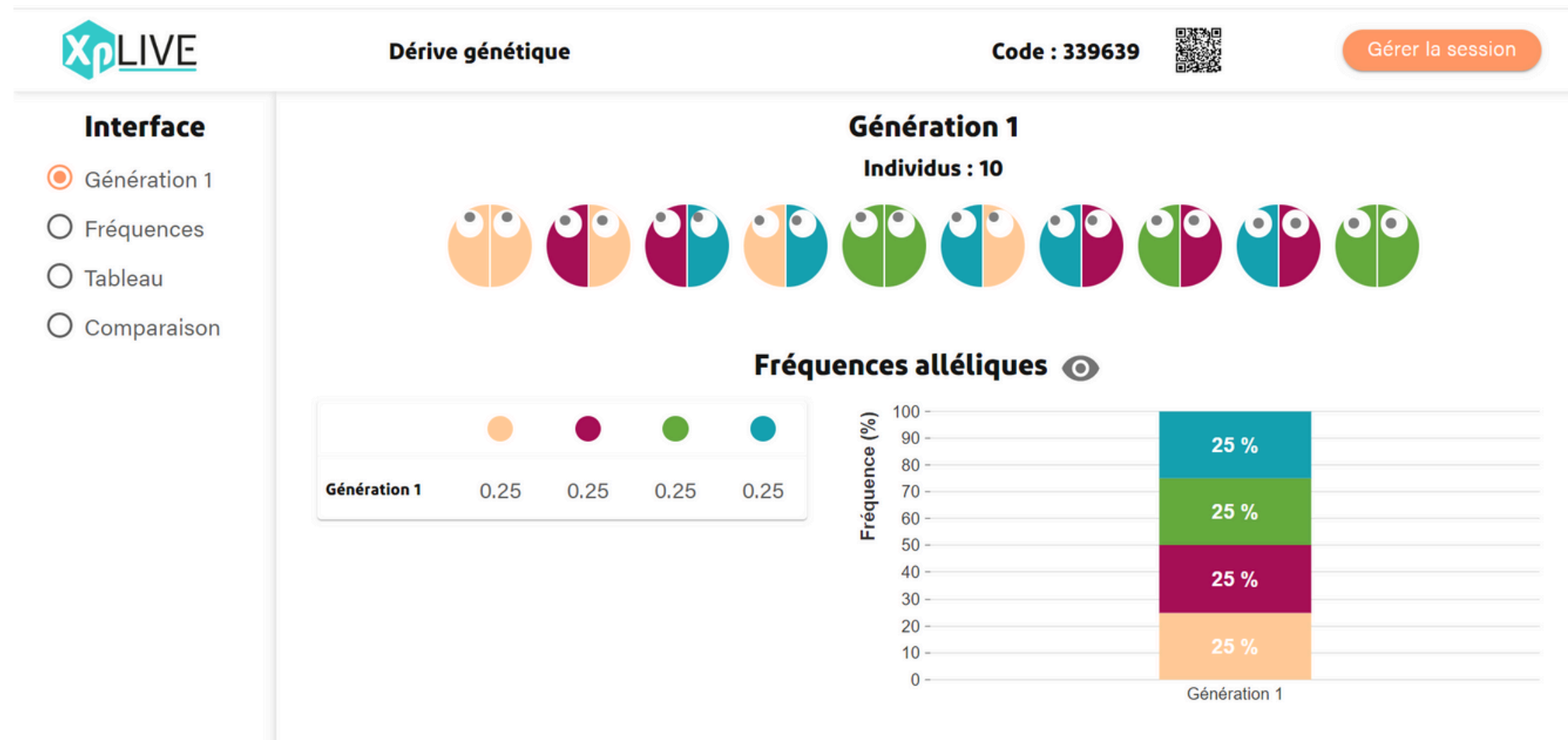
**Pour calculer la fréquence d'un allèle dans une génération, il faut diviser le nombre de fois où cet allèle apparaît dans la génération par le nombre total d'allèles du gène de la population.**

# CONTEXTE

## PARTENARIAT HEUREUX HASARD & HATIER



## CO-CONSTRUCTION ACTIVITÉ NUMÉRIQUE



# OBJECTIF

**Mesurer l'impact de l'activité numérique  
"Dérive génétique" sur le raisonnement  
probabiliste et évolutionniste de lycéens.**

# ACTIVITÉ SUPPORT NUMÉRIQUE



CreativLab - Numérique

Code : 147817



Gérer la session

## Interface

- Génération 1
- Fréquences
- Tableau
- Comparaison





Démarrer le  
deuxième  
questionnaire

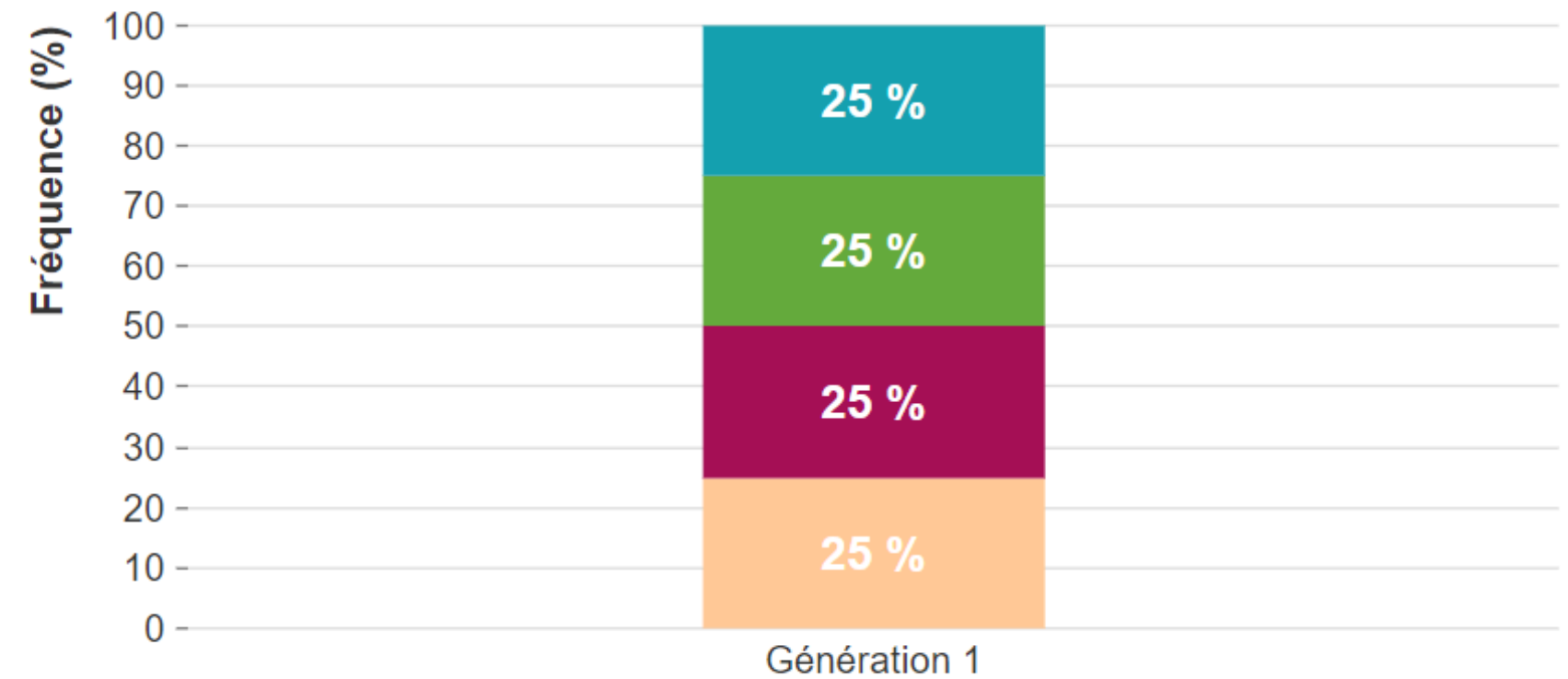
## Génération 1

Individus : 10



## Fréquences alléliques

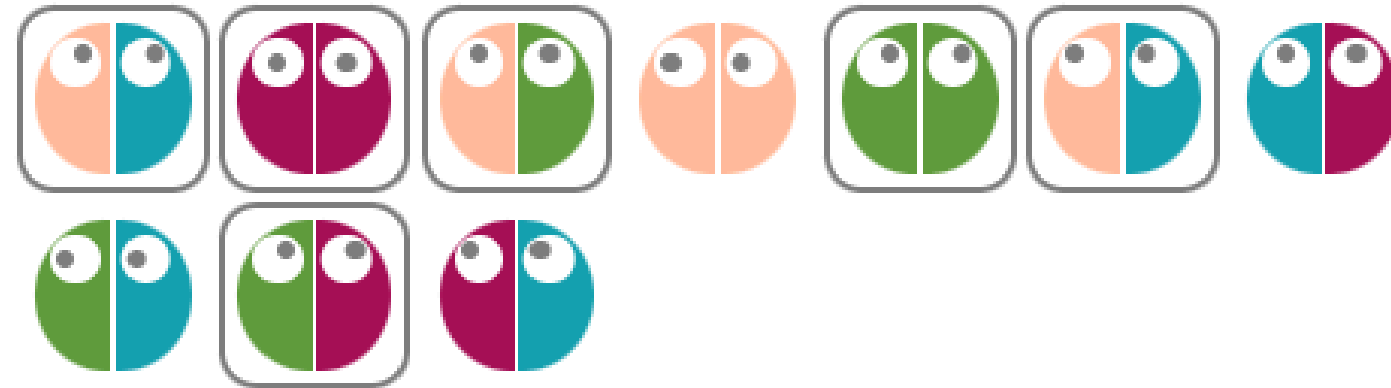
				
<b>Génération 1</b>	0.25	0.25	0.25	0.25



# ACTIVITÉ SUPPORT NUMÉRIQUE

## Génération 1 :

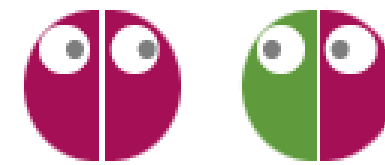
10 individus - 4 allèles différents



Lancer la sélection aléatoire des couples de la génération 1 qui vont se reproduire.

### Couple 1

Lancer



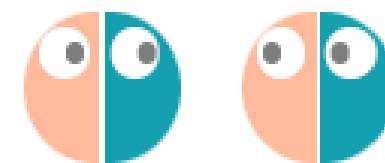
### Couple 2

Lancer



### Couple 3

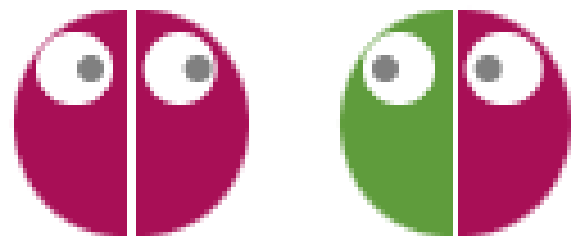
Lancer



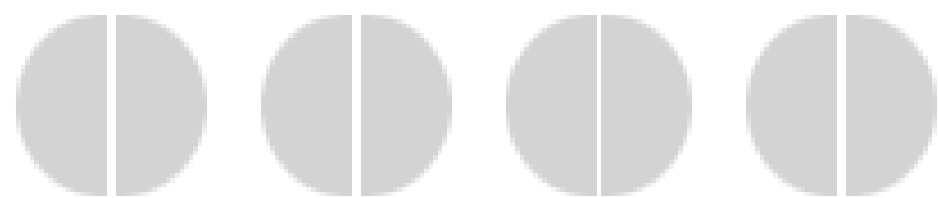
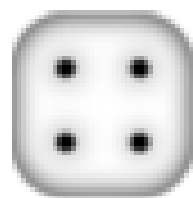


# ACTIVITÉ SUPPORT NUMÉRIQUE

## Couple 1



Lancer

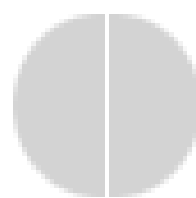
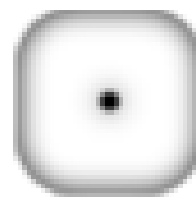


**4 descendants**

## Couple 2

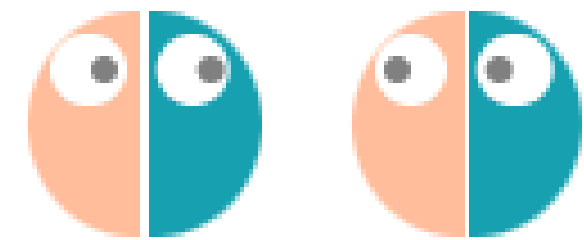


Lancer

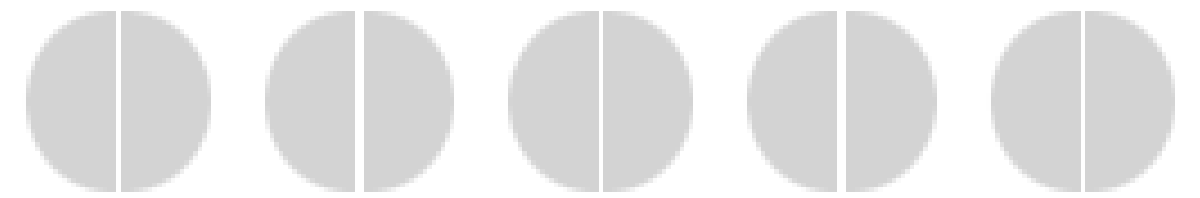
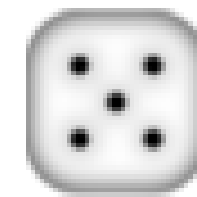


**1 descendant**

## Couple 3



Lancer



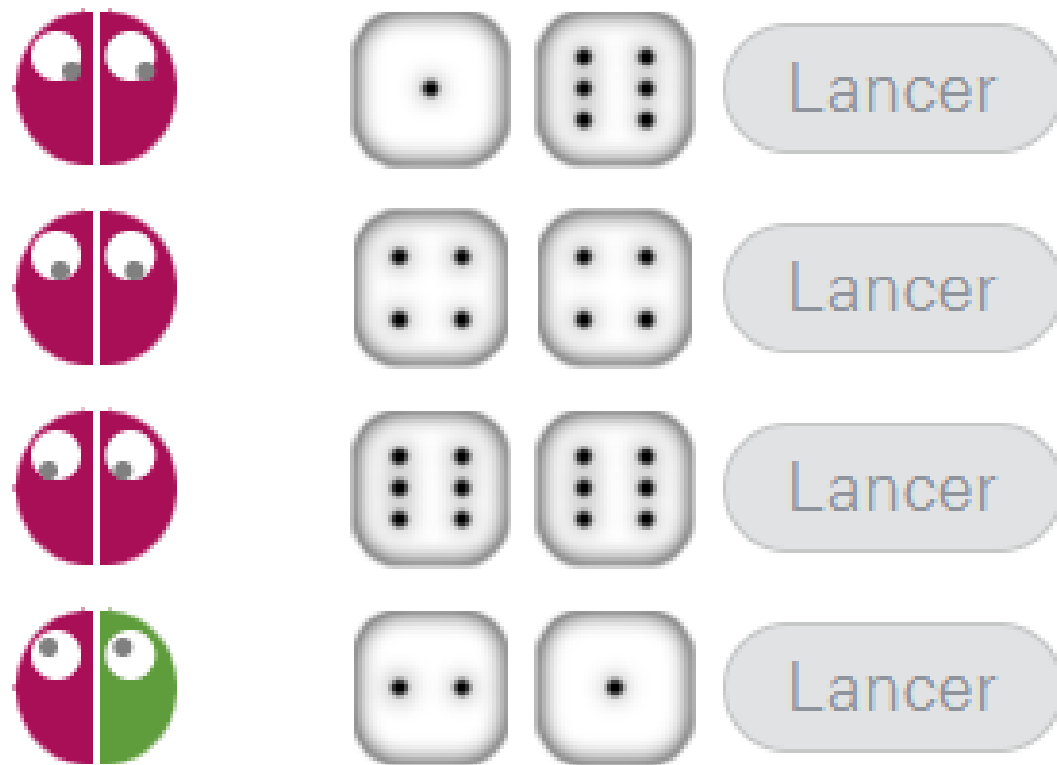
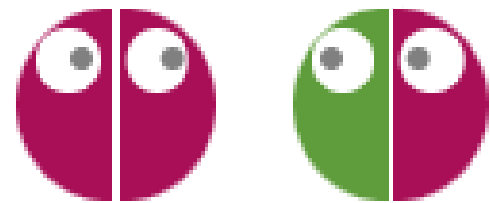
**5 descendants**



# ACTIVITÉ SUPPORT NUMÉRIQUE

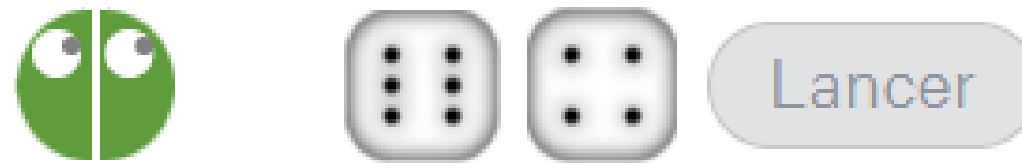
## Couple 1

Parent 1 Parent 2



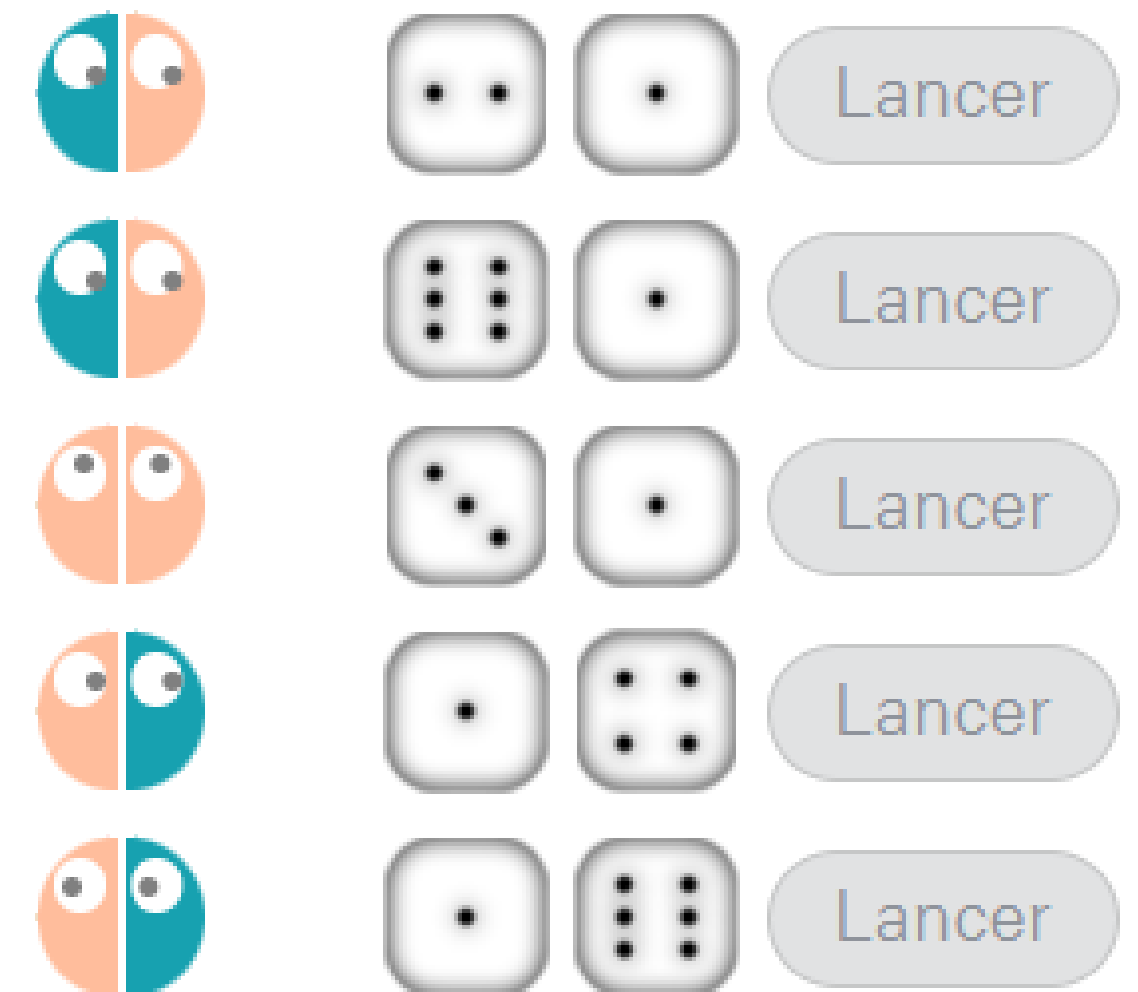
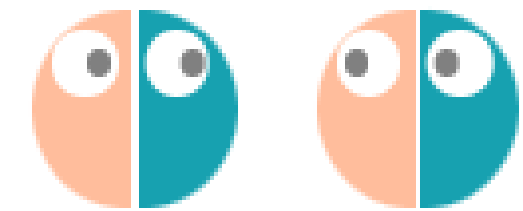
## Couple 2

Parent 1 Parent 2



## Couple 3

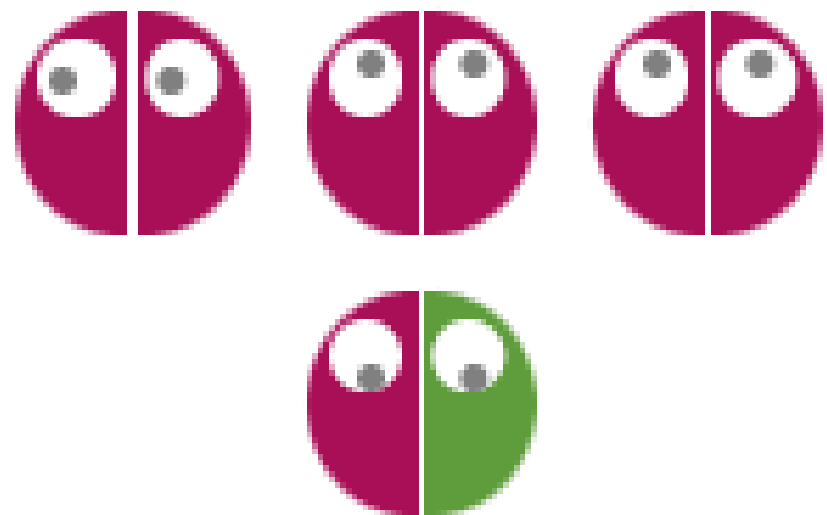
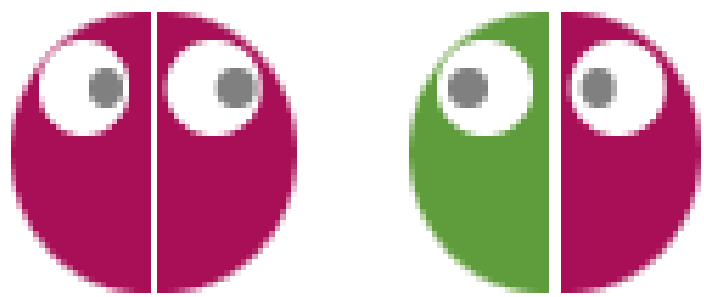
Parent 1 Parent 2



# ACTIVITÉ SUPPORT NUMÉRIQUE

## Couple 1

4 descendants



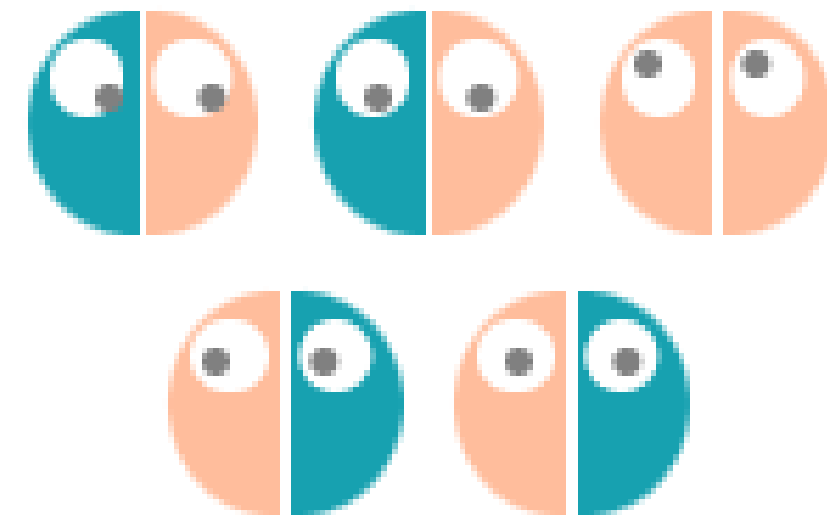
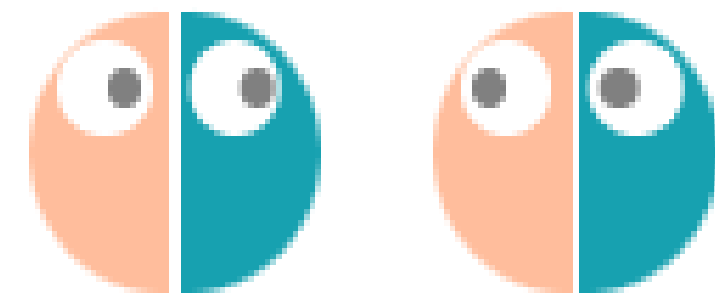
## Couple 2

1 descendant



## Couple 3

5 descendants



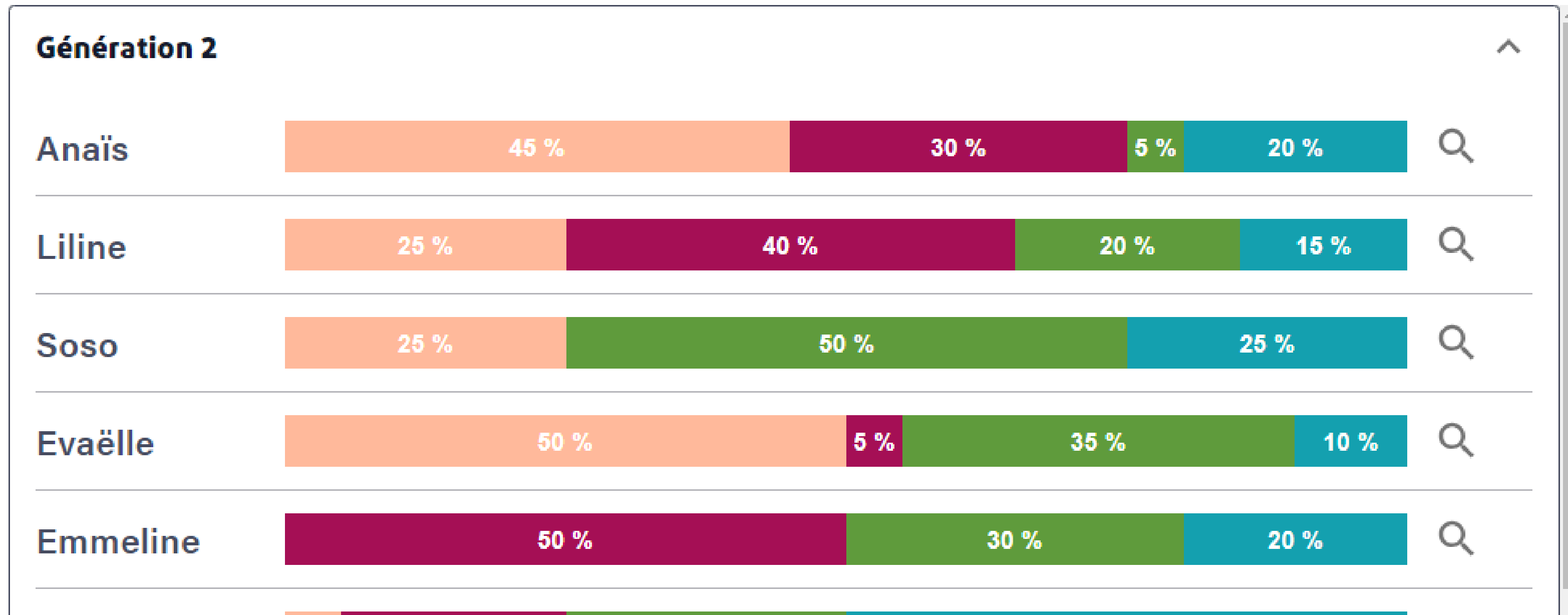
# ACTIVITÉ SUPPORT NUMÉRIQUE

## Tableau récapitulatif de l'évolution des fréquences des allèles

Fréquences de la génération 1 : 10 individus



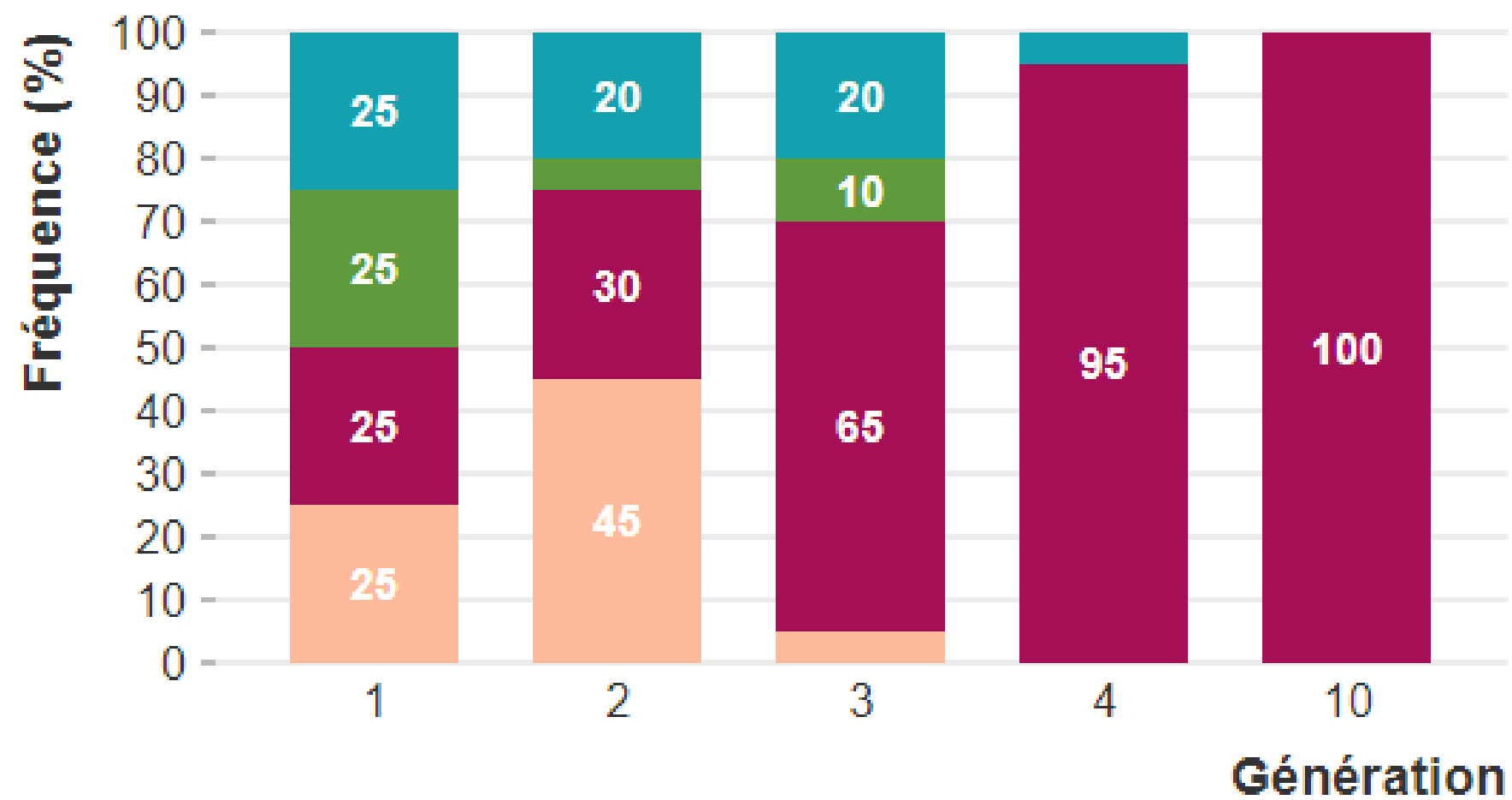
Fréquences par élève



# ACTIVITÉ SUPPORT NUMÉRIQUE

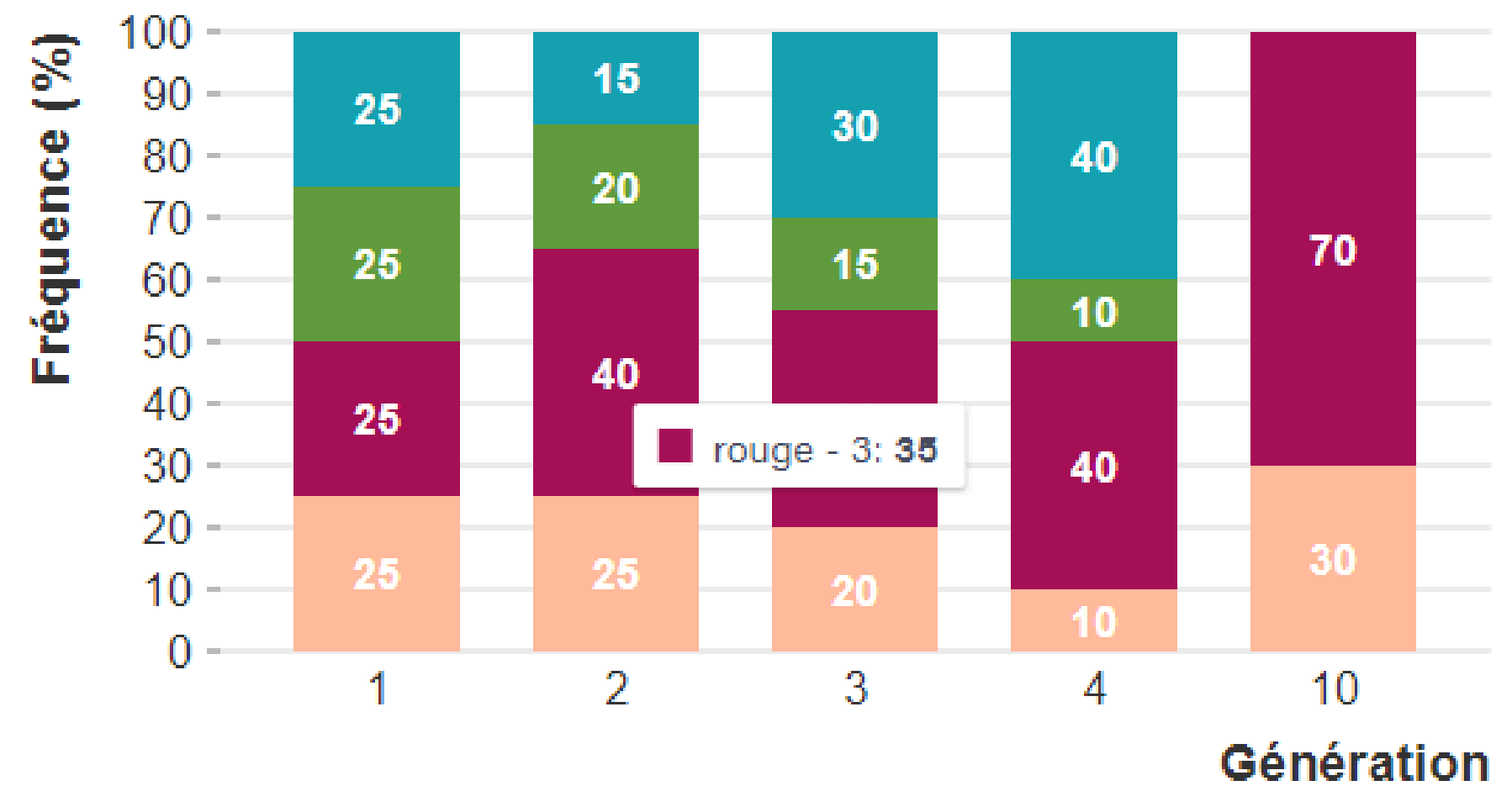
## Élève 1 : Anaïs

Fréquence des allèles sur 10 générations

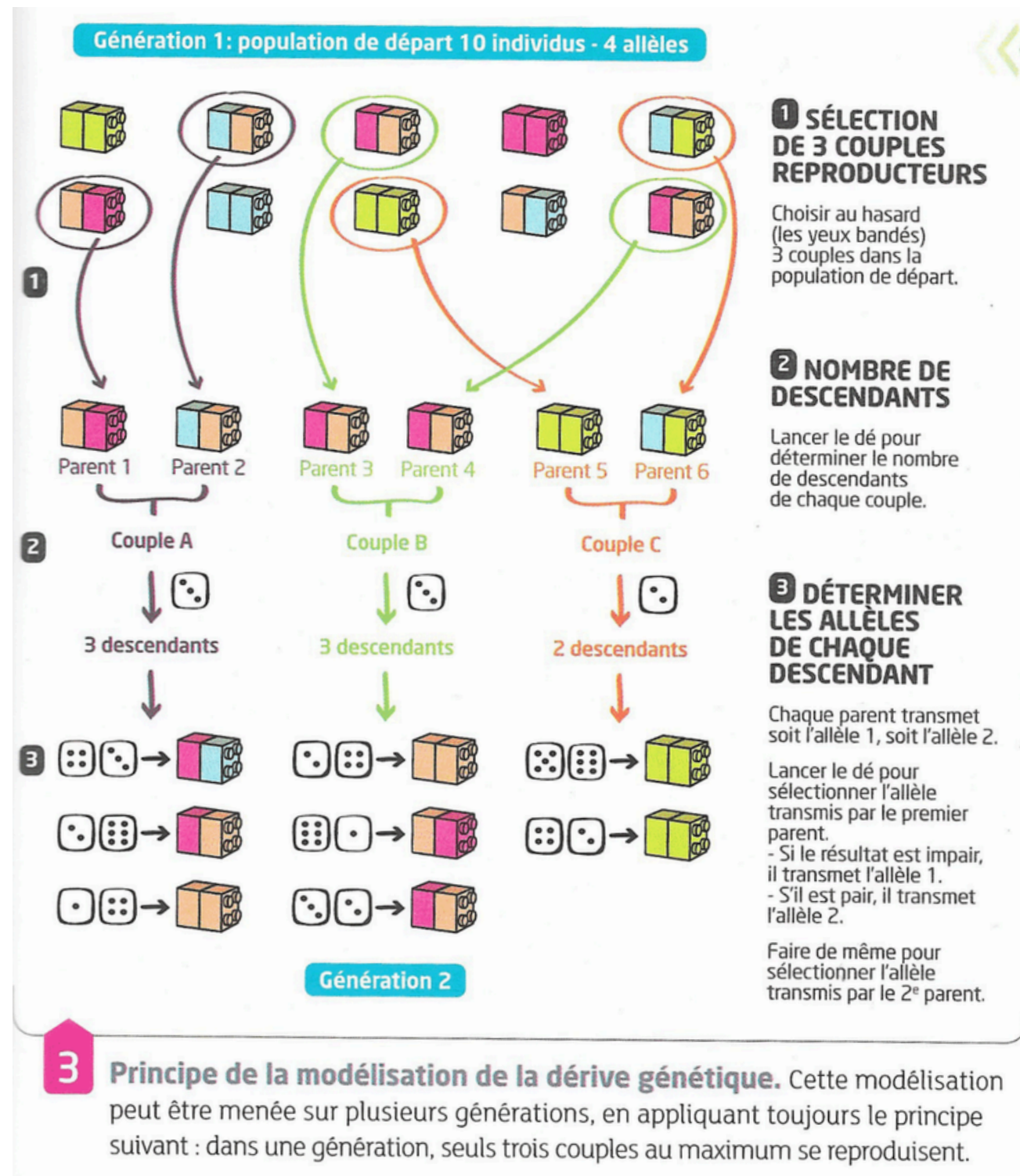


## Élève 2 : Liline

Fréquence des allèles sur 10 générations



# ACTIVITÉ SUPPORT TANGIBLE

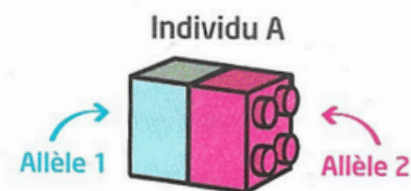


## Expérimenter

### Modéliser la dérive génétique.

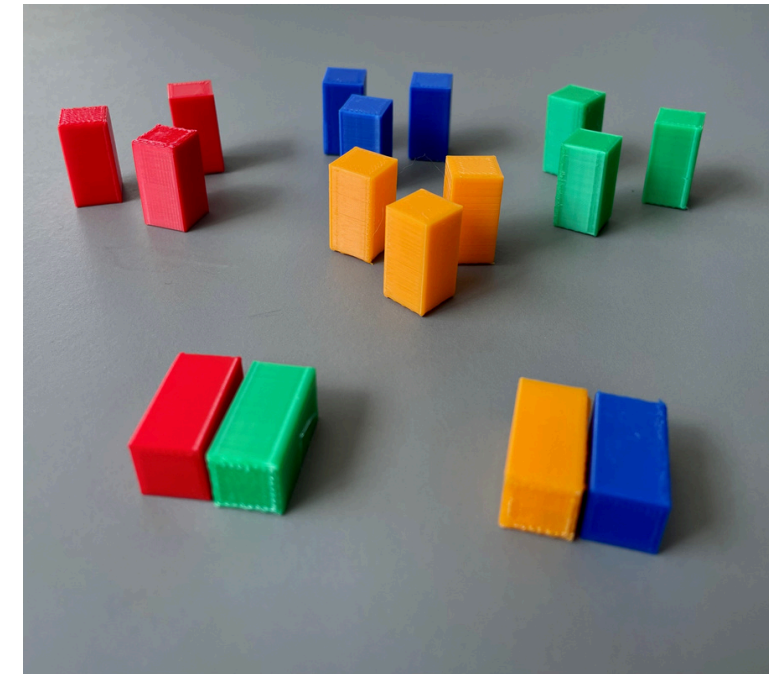
Sous l'effet du hasard, la fréquence des allèles des gènes neutres change au cours des générations : c'est la dérive génétique. Son effet est d'autant plus marqué que l'effectif de la population est petit.

Dans cette modélisation, on représente le génotype de chaque individu par deux briques colorées, associées : chaque couleur de brique représente un allèle d'un gène neutre.



### Liste du matériel

- ✓ Des briques colorées en plastique
- ✓ 10 individus de départ (10 associations de deux briques)
- ✓ Un dé à six faces





# DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES "ENSEIGNANT"

- Séance Version tangible/numérique
- Impression 3D du support tangible

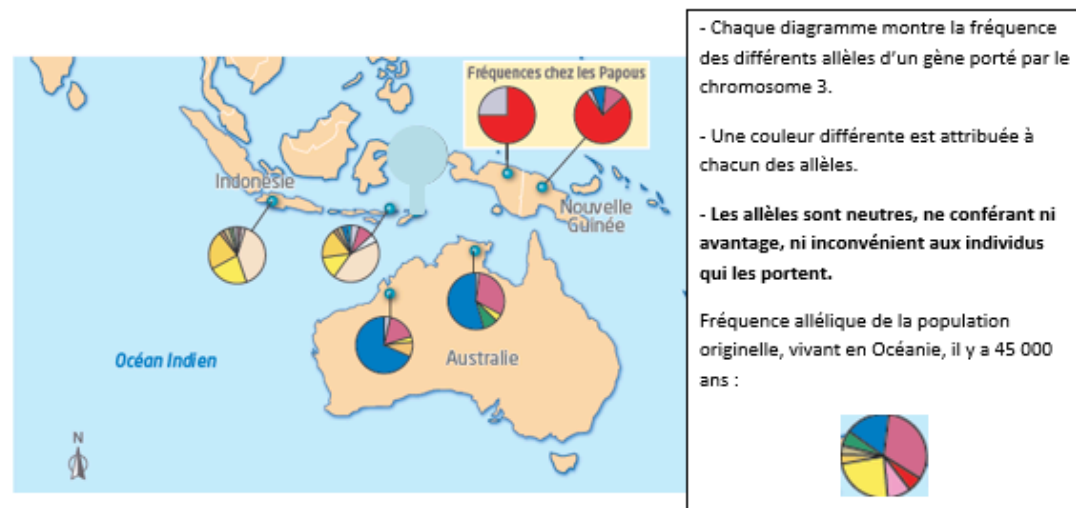


Le peuplement de Nouvelle-Guinée date d'il y a environ 45 000 ans. À cette époque, le climat étant plus froid, le niveau des mers était plus bas qu'aujourd'hui. Les terres émergées qui relient alors la Nouvelle-Guinée à l'Australie et à l'Asie du Sud-Est ont permis sa colonisation. Les Papous actuels sont les descendants des premiers habitants de la Nouvelle-Guinée.

Des déplacements de population en Océanie (d'après Editions Hatier, 2019)

## Constat 1 :

Les habitants actuels de Nouvelle-Guinée, d'Australie et d'Asie du Sud-Est sont issus d'une population originelle commune.



- Chaque diagramme montre la fréquence des différents allèles d'un gène porté par le chromosome 3.

- Une couleur différente est attribuée à chacun des allèles.

- Les allèles sont neutres, ne conférant ni avantage, ni inconvénient aux individus qui les portent.

Fréquence allélique de la population originelle, vivant en Océanie, il y a 45 000 ans :

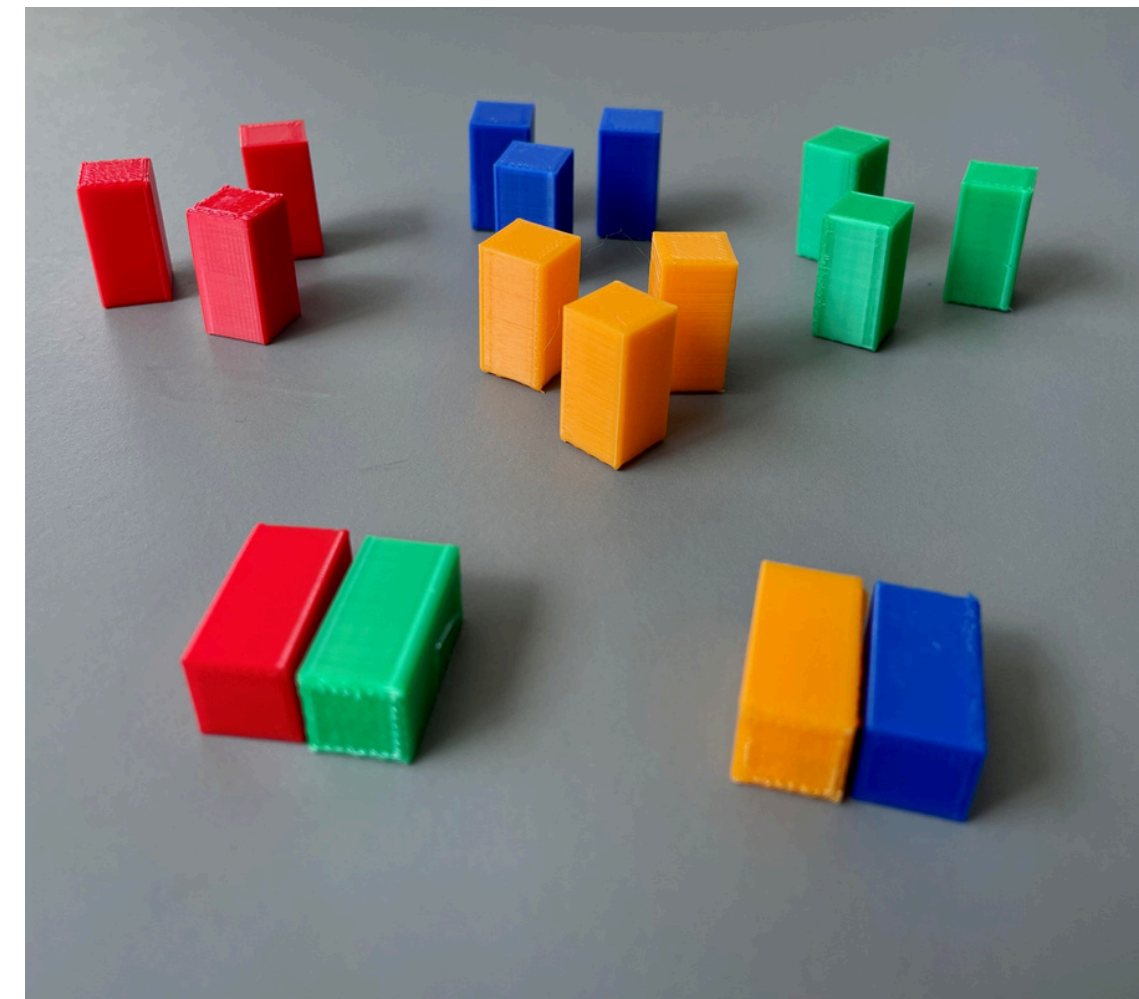


Fréquence des allèles d'un gène porté par le chromosome 3 dans plusieurs populations d'Océanie (D'après Editions Hatier, 2019)

## Constat 2 : En Océanie, la fréquence des différents allèles du gène étudié :

- est différente d'une population à l'autre actuellement.
- est différente de celle de la population originelle.

Dans la petite population de Nouvelle-Guinée, la diversité génétique actuelle est faible/s'est réduite. Certains allèles ont même disparu.



# QUESTION DE RECHERCHE

**En quoi l'apprentissage à l'aide d'un outil numérique représente un avantage en termes de raisonnements évolutionniste et probabiliste, de compréhension du hasard et de l'évolution du vivant, et également d'impact émotionnel ?**



# METHODOLOGIE

- **Situation écologique : classes de seconde**
- **Méthode pré-test post-test : questionnaire fermé**
- **20 groupes**
  - Groupe contrôle : version tangible**
  - Groupe test : version numérique**
- **Analyse statistique multivariée des données**

# DEVELOPPEMENT DE L'INSTRUMENT DE MESURE

- **Adaptation des instruments de mesure**
  - UnREST (Coupaud et al., 2019)
  - The Genetic Drift Inventory 1.0 (Price et al., 2014)
  - Instrument experiential activity questionnaire (Huang et al., 2016)
- **Composé de 7 sections**
  - Sections 1 à 4: compréhension de l'évolution du vivant
  - Sections 5: perception du hasard
  - Sections 6: expérience vécue lors de l'activité (Post test)
  - Sections 7: informations personnelles
- **Implémentation de l'instrument dans l'application**

# EXPÉRIMENTATION

## ● Périodes :

- Expérimentations tests : mai - juin 2023
- Expérimentations officielles : septembre 2023 - avril 2024

## ● Résultats collectés à date :

- 9 enseignants
- 26 groupes expérimentaux élèves
- 312 élèves

## ● Expérimentations à venir :

- 5 enseignants
- ~ 170 élèves

# PRE-EXPERIMENTATION - MAI À JUIN 2023

- **Vérification du protocole**
- **Cohérence interne du questionnaire**
- **Ajustement du système de collecte de données**

# MODÈLE DE DONNÉES

646b7f0f052c	0	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	3	1	1	1	4	2	4	4
646b7f0f052c	2	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	4	4	3	4	4	1	4	4
646b7f44052c	0	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	4	4	1	4	4	4	3	3
646b7f44052c	2	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	4	2	3	2	2	3	2	2
646b7f44052c	0	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	3	4	3	2	3	3	2	1
646b7f44052c	2	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	3	3	4	3	3	3	1	2
646b7f69052c	0	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	4	3	4	4	4	1	2	4
646b7f69052c	2	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	4	1	4	2	4	3	4	4
646b7fa3052c	0	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	3	2	3	3	4	3	2	3
646b7fa3052c	2	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	3	2	3	3	3	3	3	3
646b7fc4052c	0	22/05/2023 - 1	646b7d23052	DE CARLO	Marseille	2n4G2	online	2	1	3	4	4	3	2	4
648ff447052c	0	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	3	3	4	3	3	3	2	3
648ff447052c	2	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	2	4	1	4	2	3	2	2
648ff44a052c	0	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	3	1	4	2	3	4	2	3
648ff44a052c	2	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	3	4	2	1	3	4	2	3
648ff469052c	0	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	4	2	4	1	1	4	1	4
648ff469052c	2	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	1	4	2	2	1	1	1	2
648ff46f052c	0	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	4	2	4	1	2	4	2	1
648ff46f052c	2	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	1	4	2	3	4	1	2	4
648ff470052c	0	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	3	4	2	3	3	3	2	3
648ff470052c	2	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	3	4	2	1	4	3	1	3
648ff471052c	0	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	3	4	3	1	3	1	4	1
648ff471052c	2	19/06/2023 - (	648ff41e052c	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Curie	offline	4	3	2	3	1	3	2	2
649000d9052	0	19/06/2023 - (	6490008c052	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Pascal	online	3	4	2	4	2	4	2	4
649000d9052	2	19/06/2023 - (	6490008c052	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Pascal	online	3	3	2	3	1	1	1	1
649000dd052	0	19/06/2023 - (	6490008c052	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Pascal	online	2	2	2	2	2	2	2	1
649000dd052	2	19/06/2023 - (	6490008c052	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Pascal	online	2	2	2	2	2	2	2	2
649000e8052	0	19/06/2023 - (	6490008c052	Mme Boyer	Marseille	6ème8 Groupe Pascal	online	3	1	2	4	3	2	1	1

# CALENDRIER

SEPTEMBRE  
2022

ANNÉE SCOLAIRE  
2022/2023

SEPTEMBRE  
2023

MAI  
2024

2024 - 2025

- ✓ Définition des modalités du projet
  - ✓ Répartition des tâches
- planification

- ✓ Ajustement de l'outil numérique pour implémenter le questionnaire
- ✓ Adaptation du questionnaire utilisé en pré test/post test
- ✓ Création du matériel d'expérimentation

- ✓ Premières expérimentations en conditions réelles à Marseille



Expérimentations à plus grande échelle



Traitement & Analyse des résultats

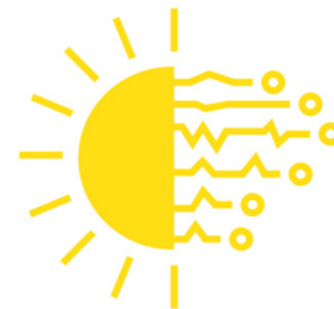
• Fin des expériences

• Diffusion scientifique

# MERCI DE VOTRE ATTENTION

## NOUS SOMMES À L'ÉCOUTE DE VOS QUESTIONS

---



CreativLab



### CONTACTS

[magali.coupaud@univ-amu.fr](mailto:magali.coupaud@univ-amu.fr)

[claire.coiffard-marre@univ-amu.fr](mailto:claire.coiffard-marre@univ-amu.fr)

[jeremie@mathlive.fr](mailto:jeremie@mathlive.fr)



# BUDGET

- **Kits pédagogiques pour test du groupe contrôle (500 euros)**
- **2 tablettes et protections pour l'équipe projet (1100 euros)**
- **Création du système intégré d'évaluation pré-test post-test (4500 euros)**
- **Contribution à l'analyse des données : gratification de stage (2000 euros)**
- **Diffusion scientifique : publication et participation à un colloque (2500 euros)**
- **Déplacements (1500 euros)**

**Total prévisionnel : 12 100 €**