BLOC 5 - B

Réaliser des essais dans des conditions similaires comme deux gouttes d'eau

Cahier de l'enseignante ou de l'enseignant



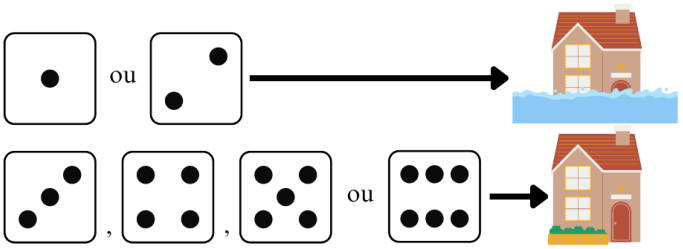
*Lien raccourci de ce guide d'activité (pour l'enseignant·e) : monurl.ca/probsessais

**Lien raccourci du cahier d'activité pour les élèves : https://monurl.ca/probsessaiseleve

***Des notions probabilistes doivent être enseignées (préalablement à la réalisation de cette activité ou en parallèle à cette réalisation) pour compléter cette activité (voir BLOC 5 - CONSIGNES FINAL).

****Une activité Desmos a été développée pour que les élèves puissent expérimenter cette activité en ligne : https://monurl.ca/desmosinondation2

1. Supposons qu'on utilise un dé pour simuler le résultat d'une inondation. Dans cette simulation, si le résultat est 1 ou 2, ta maison serait inondée au cours de la prochaine année.



Selon toi, quel serait le résultat?

- ☐ Une inondation serait peu probable.
- ☐ Une inondation serait assez probable.
- ☐ Une inondation serait très probable.
- ☐ Autre

Explique ta réponse :

_____

_____

_____

*Dans cette question, l'élève est amené à exprimer son estimation probabiliste de l'élève, par l'approche subjective, en se prononçant d'abord individuellement avant d'ouvrir sur une discussion de groupe. À l'aide d'une prédiction qualitative, l'élève aurait d'abord pu qualifier la probabilité d'une inondation (1 ou un 2 avec un dé) en disant que ça n'arriverait pas très souvent, mais la question amène à relancer l'élève en lui demandant de qualifier cette situation à l'aide de vocabulaire probabiliste (peu probable, assez probable, très probable ou encore d'autres termes comme impossible, très peu probable ou certaine).

Il est aussi possible de l'amener à définir l'univers des possibles de cette expérience aléatoire, où 1-2 résultent en une inondation de la maison au cours de la prochaine année et 3-4-5-6 correspondent à ne pas avoir d'inondation.
Il est aussi possible que des élèves suggèrent de quantifier l'évènement, en affirmant que la probabilité d'avoir une inondation est inférieure à 50%, car moins de la moitié des cas possibles résultent en une inondation.

2. a) Combien d'essais seraient suffisants pour tirer une conclusion?

_____

b) Avec le dé, réalise suffisamment d'essais de cette situation et organise les résultats obtenus dans un tableau.

*Dans cette question, l'élève doit simuler une expérience aléatoire avec du matériel en réalisant un nombre suffisant d'essais avec un dé et utiliser un tableau pour colliger et mettre en évidence les résultats d'une expérimentation. Il est possible de laisser l'élève construire lui-même le tableau pour qu'il réfléchisse à la manière d'organiser les informations ou de lui fournir la structure du tableau comme ceci par exemple :

Dé	Dénombrement	Effectif	Fréquence
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Total			

Il est à noter que le nombre d'essais n'a pas été précisé de manière à laisser l'élève évaluer quel serait un nombre d'essais suffisant. Il est très probable qu'un élève demande combien d'essais il faut réaliser, ce qui permet de leur relancer la question en leur demandant combien d'essais seraient suffisants pour qu'on puisse obtenir une tendance relativement fiable.

Ici, le but n'est pas de faire réaliser des centaines d'essais (on y arrivera dans la question 6 avec un simulateur), mais plutôt de constater que 5-10 essais sont loin d'être suffisants pour tirer une conclusion. Au lieu de s'entendre sur un nombre d'essais où il faut compter tout au long, il est aussi possible de s'entendre sur une durée (par exemple 2 minutes, pas trop longtemps) pour collecter les données. Après avoir réalisé un nombre raisonnable d'essais, il est possible de demander si ce nombre d'essais est suffisant pour tirer une conclusion.

On peut aussi faire remarquer aux élèves que la somme des fréquences de tous les cas possibles donne toujours 1 (ou 100%).

3. Est-ce que les résultats obtenus sont conformes à ta prédiction de la question #1?

_____

Si non, modifies ta prédiction en expliquant ta réponse.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

*Cette question amène à distinguer la prédiction du résultat obtenu. L'élève est ainsi amené à prendre du recul sur sa première prédiction, pour modifier son estimation probabiliste à partir de nouvelles informations de nature fréquentielle.

Si la prédiction de l'élève était qu'une inondation n'arriverait pas souvent, le fait de compiler qu'on obtient 1 ou 2 sur un dé environ le tiers des essais (ce qui devrait normalement être le cas si l'élève réalise au moins quelques dizaines d'essais) pourrait

pour faire évoluer son estimation probabiliste. S'il y a environ le même effectif (et la même fréquence) pour chacune des faces du dé, il est aussi possible que l'élève reconnaisse l'équiprobabilité de chacune des 6 faces du dé. Il pourrait alors constater que la probabilité que sa maison soit inondée au cours de la prochaine année est de 2/6, en comparant cette probabilité aux résultats de l'expérience aléatoire.

4. Compare tes résultats avec ceux d'autres élèves.

Selon toi, pourquoi tes résultats sont-ils différents de ceux d'autres élèves ?

_____

_____

_____

_____

*Dans cette question, l'élève est amené à reconnaitre la variabilité des résultats possibles (incertitude), en constatant que ses résultats sont similaires mais pas les mêmes que ceux d'autres élèves (malgré l'équiprobabilité des 6 faces d'un dé).

5. Avec le lien fourni par ton enseignant·e, simule des essais de la même situation (maison inondée avec un 1 ou un 2) avec une roulette virtuelle.

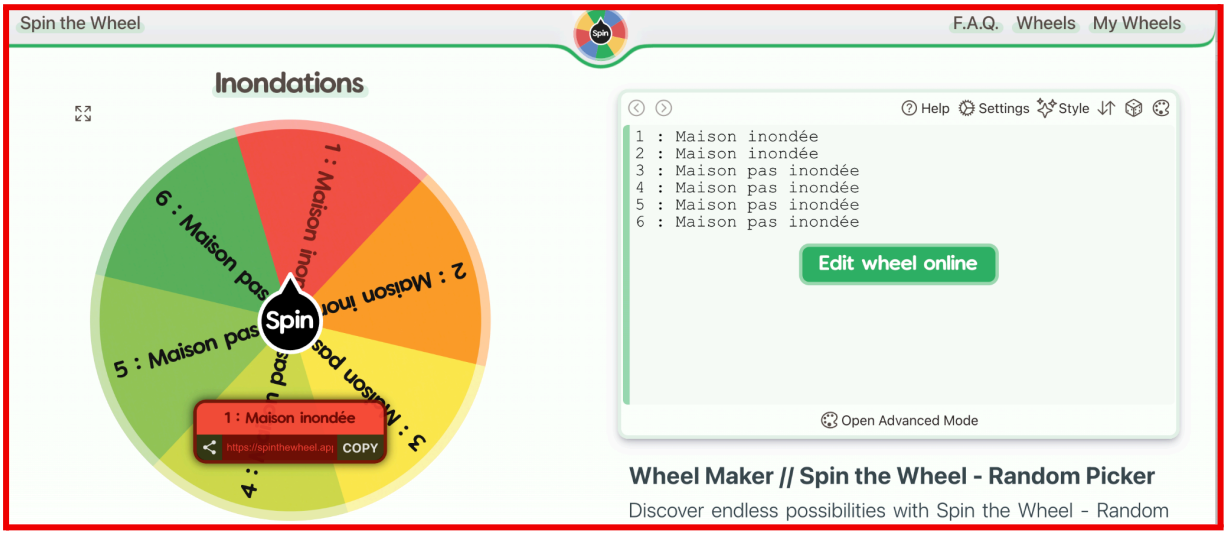
Note tes résultats dans le tableau ci-dessous, puis donne tes résultats à ton enseignant·e afin de compiler les résultats de toute la classe.

Dé	Dénombrement	Effectif	Fréquence
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Total			

Que constates-tu?

*Dans cette question, l'élève est amené à simuler une expérience aléatoire avec un outil technologique, plus précisément ce simulateur dans l'approche fréquentielle : monurl.ca/rouletteinondations.

Ce lien raccourci est à fournir aux élèves et permet de faire tourner la roulette virtuelle (avec le bouton «Spin») pour savoir si la maison a été inondée (secteurs 1 et 2) ou pas (secteurs 3, 4, 5 et 6), comme on peut le voir dans cette capture d'écran.



On peut réaliser des essais environ au même rythme qu'avec le dé (environ 10 secondes par essai pour simuler, puis noter le résultat), alors il n'y a pas encore de gain de temps. Il est à noter qu'il ne faut pas cliquer sur le bouton d'édition (à droite) si on veut conserver la roulette qui permet de modéliser un lancer de dé régulier.

L'élève pourra prendre conscience de l'indépendance entre les tours, c'est-à-dire qu'il peut obtenir 2 inondations d'affilée, puis ne pas en avoir pendant 10 essais consécutifs. Encore une fois, le nombre d'essais n'est pas précisé, de manière à laisser l'élève évaluer quel serait un nombre d'essais suffisant. À nouveau, au lieu de s'entendre sur un nombre d'essais où il faut compter tout au long, il est aussi possible de s'entendre sur une durée (par exemple 2 minutes) pour collecter les données.

Après un nombre raisonnable d'essais dont les résultats auront été colligés dans le tableau, vous pouvez utiliser un autre outil technologique, cette fois un tableur pour mettre en commun les essais de toute la classe : monurl.ca/resultatsroulette. En fait, ce lien permet de faire une copie du tableur, pour que différentes personnes enseignantes puissent l'utiliser avec les données de leur propre classe. Si les élèves travaillent en équipe, une personne par équipe peut venir vous donner les résultats des effectifs pour chaque face et tout le reste va se calculer automatiquement. Voici un exemple du tableur dans lequel les résultats d'une équipe ont été entrés :

Effectif pour chaque position							
Participants	Maison inondée	Maison inondée	Maison pas inondée	Maison pas inondée	Maison pas inondée	Maison pas inondée	Nombre de lancers
Mathieu et Guy	7	5	2	6	3	7	30
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
Total	7	5	2	6	3	7	30
Fréquence	23%	17%	7%	20%	10%	23%	100%

Il est aussi possible de partager aux élèves le lien de la copie du tableur si vous voulez que les élèves entrent eux-mêmes leurs résultats.

Une fois les résultats compilés pour toute la classe, chaque élève pourra distinguer sa prédiction des résultats obtenus. Par exemple, il peut comparer ses résultats à sa prédiction, aux résultats obtenus précédemment avec le dé, aux résultats des autres élèves et même à la probabilité sous-jacente à la situation.

Puisque quelques centaines d'essais auront été compilés, les fréquences de chacune des faces devraient être assez près de la probabilité théorique de ⅙, par la Loi des grands nombres.
Après avoir réalisé un nombre raisonnable d'essais, il est possible de demander si ce nombre d'essais est suffisant pour tirer une conclusion.

6. Pour réaliser plus efficacement un grand nombre d'essais pour la même situation, utilise un simulateur avec lien fourni par ton enseignant·e.

Note tes résultats des fréquences pour 3 simulations de 1 000 essais dans le tableau ci-dessous.

Dé	Fréquence simulation #1	Fréquence simulation #2	Fréquence simulation #3
1			
2			
3			
4			
5			
6			

En observant tes résultats, que constates-tu?

*Dans cette question, l'élève est amené à simuler une expérience aléatoire avec un outil technologique encore plus efficace. Il a alors recours à l'approche fréquentielle à l'aide d'un simulateur qui permet de réaliser un grand nombre d'essais instantanément : monurl.ca/simulateurde.

Si on clique sur le drapeau vert, on réalise un essai à la fois. Si on veut remettre à zéro les essais, on peut cliquer sur le bouton «RESET». Si on clique sur le bouton «Turbo!», on peut indiquer le nombre d'essais qui vont se réaliser rapidement. On peut alors réaliser 1 000 essais en une quinzaine de secondes et voir les fréquences (arrondies au pourcentage près) évoluer et se stabiliser entre 15% et 18%, comme on peut le voir dans cette capture d'écran.



Pour simuler encore plus efficacement, on peut cliquer sur le bouton «Voir à l'intérieur» (en haut à droite), puis activer le mode turbo dans le menu d'édition («Modifier») en haut. Avec le mode turbo activé, on peut réaliser 1 000 000 d'essais en moins de 5 secondes.
L'élève pourra alors distinguer sa prédiction des résultats obtenus. Par exemple, il peut comparer ses résultats à sa prédiction, aux résultats obtenus précédemment avec le dé, aux résultats des autres élèves et même à la probabilité sous-jacente à la situation.

Puisqu'un grand nombre d'essais aura été compilé, les fréquences de chacune des faces devraient être assez près de la probabilité théorique de ⅙, par la Loi des grands nombres.
Après avoir réalisé un grand nombre d'essais, il est possible de demander si ce nombre d'essais est suffisant pour tirer une conclusion. Ce grand nombre d'essais devrait alors convaincre les élèves que, selon cette situation, la maison serait inondée au cours des 10 prochaines années selon une probabilité d'environ 33%-34% (⅓ selon la probabilité théorique).

7. Parmi ces deux scénarios, lequel choisirais-tu?

Scénario A	Scénario B
1er dé : ● inondation avec 1 ou 2 ● pas d'inondation avec 3, 4, 5 ou 6 2e dé : ● champ avec 1 ou 2 ● centre-ville avec 3, 4, 5 ou 6	1er dé : ● inondation avec 1, 2, 3 ou 4 ● pas d'inondation avec 5 ou 6 2e dé : ● champ avec 1, 2, 3 ou 4 ● centre-ville avec 5 ou 6

Explique ta réponse :

Scénario ____, car _____

_____

_____

Le scénario à choisir sous-entend celui qui occasionne le niveau de risque le moins élevé. Le scénario B est moins risqué, car la probabilité d'inondation est plus élevée (4/6 par rapport à 2/6), mais l'inondation d'un champ occasionnerait des dégâts beaucoup moins importants que l'inondation d'un centre-ville. En effet, le risque dépend à la fois de la probabilité d'un évènement et des conséquences qui y sont associées. Dans ce cas, le nombre de personnes affectées par l'inondation d'un centre-ville (région très peuplée) est beaucoup plus grand que le nombre de personnes affectées par l'inondation d'un champ (région peu peuplée), ayant donc un effet plus important sur le risque. Cette question avec un deuxième dé qui tient compte de l'ampleur des dégâts permettrait de préparer la capsule vidéo *Aléa, exposition, vulnérabilité et risque* qui sera visionnée par les élèves lors de la prochaine activité.

8. Depuis le début de cette activité, nous avons considéré des cas possibles équiprobables. Cette situation n'est pas réaliste, car les cas possibles ne sont pas toujours équiprobables.

   Comme l'explique la capsule vidéo Période de retour, certains évènements d'inondations surviennent plus rarement que d'autres, ayant une période de retour plus élevée.

Considérons pour l'instant ces informations :

Évènement	**Période de retour**	**Faces d'un dé à 20 faces**	**Dénombrement**	**Effectif**	**Fréquence**
Aucune inondation	moins de 2 ans	1-10			
Inondation mineure	2 à 5 ans	11-14			
Inondation significative	5 à 20 ans	15-17			
Inondation majeure	20 à 100 ans	18-19			
Inondation historique	plus de 100 ans	20			
Total					

Avec un dé à 20 faces, réalise des essais et **organise les résultats obtenus dans le tableau**.

*Dans la capsule vidéo *Période de retour*, l'élève apprend que la période de retour correspond à une durée (moyenne) au cours de laquelle un évènement d'une intensité donnée se reproduit, dans un endroit donné. On se base sur des données recueillies (statistiques) pour prévoir ce qui pourrait se passer dans l'avenir (probabilités).
Une zone inondable de période de retour de 20 ans signifie que théoriquement cette zone serait inondée 1 fois à chaque 20 ans en moyenne. La probabilité que l'évènement « zone inondée dans la prochaine année » survienne chaque année est donc de 1/20 ou 5%.

Pour cette question, les élèves peuvent utiliser un dé à 20 faces, alors il faudrait une quinzaine de ces dés si les élèves travaillent en équipe de 2. Les élèves pourront à nouveau décider d'un nombre raisonnable d'essais à réaliser. Il serait pertinent de questionner les élèves pour voir comment ils interprètent la période de retour. Par exemple, si l'évènement « Inondation mineure » a été obtenu 12 fois en 50 lancers,

cela signifie qu'une inondation mineure est survenue dans 24% des essais, ce qui serait cohérent avec une période de retour de 2 à 5 ans, où cet évènement reviendrait en moyenne aux 2 à 5 ans.

S'il ne vous est pas possible de vous procurer des dés à 20 faces, ce simulateur pourrait être une alternative, même s'il est préférable d'amener les élèves à manipuler du matériel: https://devirtuel.com/20-faces/1-de.

Lors de la réalisation d'essais, il serait important d'associer le résultat obtenu à une image sur la carte. Voici 20 images de cartes produites par la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) qui représentent 5 scénarios associées à des périodes de retour pour chacun des 4 aspects ciblés (quantité d'eau, état du réseau routier, accès aux bâtiments, puis endommagement des bâtiments) : https://monurl.ca/cartesinondation. Ces images peuvent être imprimées en pleine page et être levées en l'air lors des premiers essais en groupe. Par exemple, si on obtient 12 sur le dé à 20 faces, on peut montrer l'image de la carte associée à une inondation mineure, où il y a un peu de bleu sur la carte. Si on obtient 20 sur le dé, on peut montrer l'image de la carte associée à une inondation historique, où il y a beaucoup de bleu sur la carte. Par exemple, la première image nommée «00_inondation_0.png» correspond au scénario de référence pour la quantité d'eau, c'est-à-dire la carte normale quand il n'y a pas d'inondation. L'image suivante «00_inondation_5ans.png» montre la quantité d'eau accumulée pour une inondation ayant une période de retour de 5 ans (1,4m d'eau de plus que dans le scénario de référence), alors on voit un peu de bleu qui apparait. Il y a un de plus en plus de bleu qui apparait pour les 3 scénarios suivants. Puis, c'est le même principe pour voir les cartes qui évoluent concernant

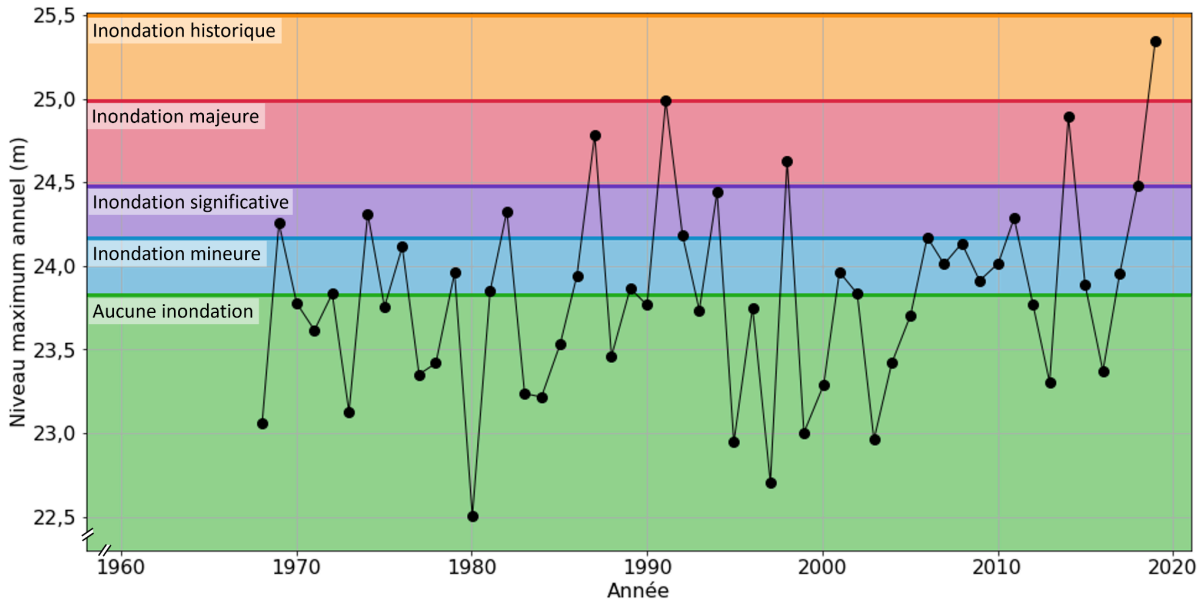
- l'état du réseau routier, dont les routes jaunes sont gênées par l'eau et les routes rouges sont impraticables ;
- l'accès aux bâtiments, qui est lié à la quantité d'eau et à l'état du réseau routier, quand les bâtiments deviennent inondés et inaccessibles par les routes ;
- l'endommagement des bâtiments, dont les taux d'endommagement augmentent selon la quantité d'eau accumulée.

Il serait possible de montrer une seule série de 5 images, par exemple seulement les 5 cartes qui évoluent selon la quantité d'eau ou utiliser plusieurs séries pour montrer qu'une inondation amène plusieurs conséquences (état du réseau routier, accès aux bâtiments, puis endommagement des bâtiments).

Il serait pertinent de questionner les élèves sur la probabilité qu'il y ait une inondation dans ces conditions. Il faudrait alors regrouper les 4 évènements d'inondation mineure, significative, majeure et historique ou encore utiliser l'évènement complémentaire (aucune inondation).

9. Consulte le diagramme suivant qui regroupe les données d'inondations d'une région donnée au cours des dernières décennies.

Hydrogramme du niveau maximum annuel selon l'année (pour une région donnée) :



Pour estimer la probabilité de chacune des périodes de retour, on peut alors déterminer la fréquence en comptant le nombre de points dans chacune des zones (en rapport au nombre total de points).

Complète le tableau ci-dessous.

Évènement	Période de retour	Effectif	Fréquence
Aucune inondation	moins de 2 ans		
Inondation mineure	2 à 5 ans		
Inondation significative	5 à 20 ans		
Inondation majeure	20 à 100 ans		
Inondation historique	plus de 100 ans		
Total			

*Dans cette question, les élèves doivent calculer les fréquences de chaque évènement, qui peuvent fournir des estimations probabilistes des évènements d'inondations dans cette région. Les élèves peuvent se demander comment considérer un point qui se trouve exactement sur une ligne qui délimite deux évènements. Une grande précision

n’est pas nécessaire, alors le fait d’inclure un point dans un évènement ou dans l’autre n’aura pas un grand effet.

Il est toutefois possible de leur suggérer qu’on regroupe ensemble tous les points d'une même zone en incluant une des bornes (inférieure ou supérieure) de l’évènement associé. À nouveau, on peut faire remarquer aux élèves que la somme des fréquences de tous les cas possibles donne toujours 1 (ou 100%).

Encore une fois, il serait pertinent de questionner les élèves pour voir comment ils interprètent la période de retour. Par exemple, l’évènement « Inondation majeure » est survenu lors de 4 années parmi l’échantillon de données de 52 années, ce qui signifie qu’une inondation majeure est survenue à environ 8% des années, ce qui serait un peu plus élevé que ce qu’on pourrait s’attendre pour une période de retour de 20 à 100 ans, où cet évènement reviendrait en moyenne aux 20 à 100 ans, donc avec une probabilité de 5% ou moins.

Il est à noter que, plus la période de retour est élevée, plus l’évènement associé arrive rarement et que la prédiction n’est donc pas aussi précise car on dispose de peu de données pour appuyer le modèle. De plus, une inondation ayant une période de retour de 2 à 5 ans par exemple peut se produire plusieurs fois au cours d’une même année, plusieurs années consécutives ou à plusieurs reprises pendant la période de retour. L’inverse est aussi vrai : il est possible qu’aucune inondation ne se produise pendant la période de retour.

10. Avec le lien Polypad fourni par ton enseignant·e, réalise des simulations de 25 essais. Chaque roulette représente la probabilité qu'une maison située dans une zone inondable soit inondée lors d’une année donnée.

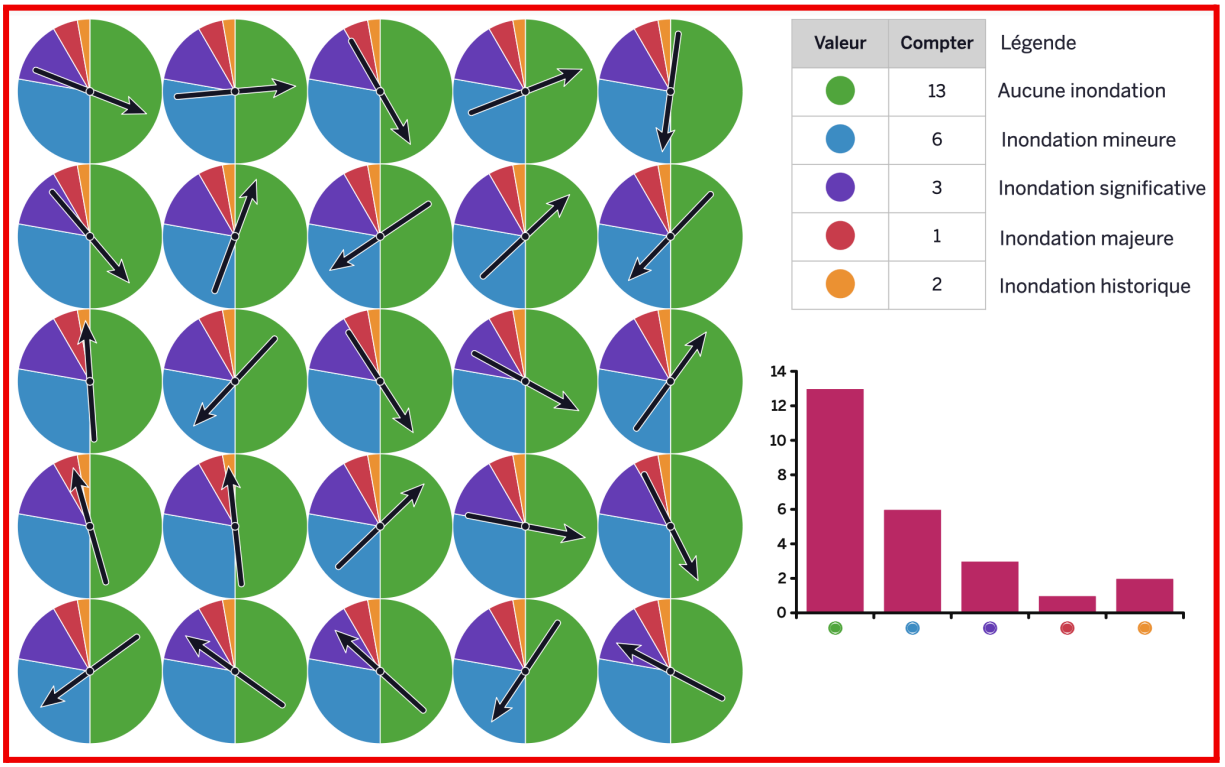
    Alors, les 25 roulettes simulent le nombre d'années où la maison serait inondée (5 évènements) pendant une période de 25 ans.

Calcule la fréquence de chaque évènement pour 3 simulations :

Évènement	**Période de retour**	**Fréquence simulation #1**	**Fréquence simulation #2**	**Fréquence simulation #3**
Aucune inondation	moins de 2 ans			
Inondation mineure	2 à 5 ans			
Inondation significative	5 à 20 ans			
Inondation majeure	20 à 100 ans			

Inondation historique	plus de 100 ans			

*Dans cette question, l'élève est amené à simuler une expérience aléatoire avec un outil technologique, plus précisément ce simulateur dans l'approche fréquentielle : monurl.ca/roulettesinondations. Pour utiliser ce simulateur, il faut sélectionner les 25 roulettes et appuyer sur « Tourner ». On voit alors tourner les 25 roulettes, avec une légende de couleurs pour les évènements (avec les mêmes couleurs que l'hydrogramme de la question précédente), puis l'effectif de chaque évènement s'affiche du côté droit dans un tableau et un diagramme à bandes, comme on peut le voir dans cette capture d'écran.



Lorsqu'on interprète les résultats, on peut réaliser qu'ils ne sont pas toujours cohérents avec la période de retour pour une simulation de 25 essais. Par exemple, dans la capture d'écran on a obtenu une inondation historique dans 2 des 25 années simulées, alors que la période de retour associée est de plus de 100 ans (en fait, le secteur de la roulette représente 1/36 de la surface de la roulette, donc une probabilité d'un peu moins de 3%).
À nouveau, il serait pertinent de questionner les élèves sur la probabilité qu'il y ait une inondation dans ces conditions. Il faudrait alors regrouper les 4 évènements d'inondation mineure, significative, majeure et historique ou encore utiliser l'évènement complémentaire (aucune inondation).

11. On estime que la probabilité que ta maison soit inondée cette année est de 20%. S'il survient une inondation, est-ce que la probabilité qu'elle soit inondée à nouveau l'an prochain te semble nulle, diminuée, égale ou augmentée (par rapport à 20%)?

☐ Nulle
☐ Diminuée
☐ Égale
☐ Augmentée

Explique ta réponse.

*Dans cette question, on peut amener l'élève à prendre conscience de l'indépendance entre les tours d'une expérience aléatoire.
Tout comme une pièce de monnaie n'est pas influencée par les résultats obtenus précédemment (3 fois pile, par exemple), rien ne suggère que la probabilité d'inondation est influencée par les évènements d'inondations des dernières années.

12. Si tu apprends que la période de retour d'une inondation dans le secteur où tu habites est de 10 ans, qu'est-ce que cela signifie?

*Dans cette question, l'élève est amené à expliquer son interprétation de la période de retour.

Puisque la période de retour correspond à une durée (moyenne) au cours de laquelle un évènement d'une intensité donnée se reproduit, dans un endroit donné. Une zone inondable de période de retour de 10 ans signifie que théoriquement cette zone serait inondée 1 fois à chaque 10 ans en moyenne.

La probabilité que l'évènement « zone inondée dans la prochaine année » survienne chaque année est donc de 1/10 ou 10%, peu importe les évènements d'inondations des dernières années.