PIT

PROGRAMME FOR INNOVATIVE TEACHING AND TRAINING

3#Des solides en dés-ordre

3.1 Indication didactique

Les mathématiques sont souvent perçues comme une discipline abstraite, déconnectée de la réalité quotidienne des élèves en dehors du cadre scolaire. Pour contrer cette perception, une approche pédagogique de plus en plus adoptée consiste à intégrer davantage d'exemples issus du « monde réel » dans l'enseignement (Coles, 2016).

Pour ancrer les apprentissages dans une démarche concrète, nous avons choisi d'aborder les solides et les volumes à travers un projet créatif. Les élèves sont invités à concevoir leur propre dé en définissant sa forme, son nombre de faces, ainsi que les chiffres, symboles ou lettres qui y figureront. Ce processus se poursuit par la modélisation numérique du dé à l'aide du logiciel Tinkercad, suivie d'une impression 3D réalisée dans le Makerspace de l'établissement. L'apprentissage est consolidé par une présentation finale de leur création. Cette approche s'inscrit pleinement dans la pédagogie par projet (voir Section 3.3 Matériels pédagogiques M2).

Parmi les nombreuses méthodes susceptibles d'améliorer la motivation des élèves, la pédagogie par projet est souvent citée, depuis plusieurs décennies. Elle est devenue une pratique quotidienne dans l'enseignement professionnel et dans l'enseignement supérieur (Reverdy, 2013).

Au cours de ce projet, les élèves construisent leur dé en mobilisant leurs connaissances et compétences existantes. Cette démarche leur permet de construire leurs savoirs à travers un processus d'essai-erreur constructif. La nature interdisciplinaire du projet les oblige à intégrer des connaissances issues de différents domaines, favorisant ainsi le développement de compétences essentielles telles que la problématisation, la recherche d'information, la documentation, le contrôle, l'esprit critique, l'organisation et la planification.

Cette approche pédagogique présente l'avantage significatif de rendre les élèves autonomes, les positionnant comme véritables acteurs et auteurs de leur création. En s'investissant dans ce projet, ils prennent en charge la planification des étapes de réalisation et s'assure de mener leur travail à terme (Reverdy, 2013).

Le rôle de l'enseignant change dans un tel contexte, car il passe d'enseignant à animateur et motivateur. Il n'aide pas directement les élèves, mais s'assurent qu'ils sont sur le bon chemin et que leur projet avance.

Une des critiques communes de l'apprentissage par projet est que le projet prenne trop de temps. Tout d'abord, dans ce module nous nous sommes arrangés que le projet couvre exactement les éléments du programme de mathématiques officiel en ce qui concerne les solides et volumes. La présentation finale du dé par les élèves les oblige à se confronter aux contenus, aux savoirs et aux compétences concernant les solides et volumes du programme. Comme la pédagogie par projet ne fait pas de miracles non plus, nous avons inclus des mini-leçons (section 3.3. Matériels pédagogiques M3) concernant ces différents contenus. Ces mini-leçons expliquent les contenus et demandent aux élèves d'effectuer des exercices pour contrôler et vérifier leur compréhension. Ainsi, chaque élève peut avancer en autonomie et à son rythme : si un élève sait comment calculer le volume de son dé, il n'a pas besoin de faire la mini-leçon et peut se pencher sur son calcul immédiatement. La recherche montre cependant que l'apprentissage par la découverte n'est efficace que lorsque les apprenants reçoivent un feedback en temps utile et que des exemples de solutions détaillées sont proposés (Alfieri et al., 2011). C'est pourquoi nous proposons des solutions détaillées à tous les exercices (section 3.7 Solutions). De cette manière, les élèves peuvent les consulter en autonomie et autocontrôler leur apprentissage. Ces mini-leçons assurent aussi que les savoirs nécessaires à la réalisation du projet ne dépassent pas les savoirs de l'élève, une deuxième critique de la pédagogie par projet que nous rencontrons souvent.

Mais la pédagogie par projet présente aussi beaucoup d'avantages (Reverdy, 2013). Dans l'apprentissage par projet, les élèves et les étudiants apprennent en étant actifs et en gardant un lien avec le monde réel, ce qui leur permet de nourrir la communication, la coopération, la créativité et la réflexion en profondeur. L'attention aux processus d'apprentissage, et pas seulement au contenu, est bénéfique (Reverdy, 2013).

Le chercheur en éducation Robert DeHaan souligne l'importance de la promotion de la pensée créative dans l'enseignement des sciences naturelles (DeHaan, 2009). Selon DeHaan, l'enseignement des sciences naturelles est encore souvent loin de promouvoir durablement ce savoir transférable. L'enseignement est fortement marqué par les faits et les recettes, ce qui laisse peu de connaissances aux apprenants et génère de l'ennui. Des études ont en outre montré que la pratique d'autres activités favorisant la créativité augmentait nettement le succès de l'apprentissage dans l'enseignement des sciences naturelles.

La recherche sur la pédagogie par projet recommande également la coopération entre enseignants de différentes disciplines. C'est ce que nous suggérons dans la cinquième phase du projet où les élèves doivent inventer leur propre jeu qui utilise le dé créé lors des phases précédentes. Nous recommandons de faire cette partie du projet avec l'enseignant du cours du français ou de Digital Sciences (voir Section 3.4 Idées interdisciplinaires pour plus de détail).

Nous proposons de débuter la leçon par des jeux de dés organisés en stations d'apprentissage. Les élèves explorent six stations différentes en groupes, à leur propre rythme, sans obligation de toutes les parcourir durant les deux premières séances.

Une étude récente (Abdelmalak, 2024) démontre l'efficacité de ce modèle pour développer les capacités d'analyse, de génération et d'évaluation des élèves. Ces améliorations cognitives résultent probablement de plusieurs facteurs combinés : l'engagement dans des tâches stimulantes, la collaboration entre pairs, l'alternance entre apprentissage individuel et collectif, l'accompagnement pédagogique et l'environnement d'apprentissage favorable. Comme le soulignent plusieurs chercheurs, les activités intellectuellement stimulantes contribuent significativement au développement des compétences mathématiques fondamentales (Abdelmalak, 2024).

À chaque station, les élèves documentent leur expérience et répondent par écrit à des questions réflexives. Dionne Cross (2009) met en évidence que « l'écriture est une stratégie puissante pour encourager l'apprentissage », offrant des bénéfices supérieurs à la simple argumentation orale. Cette efficacité s'explique par l'activation métacognitive : en formulant leurs pensées par écrit, les élèves diagnostiquent le problème, planifient leur démarche et questionnent constamment leur raisonnement.

Ces jeux constituent également une initiation aux probabilités, domaine dont les défis pédagogiques sont bien établis. L'utilisation de dés représente une approche accessible pour introduire le concept d'équiprobabilité. Comme le note Capaldi (2021), l'apprentissage par découverte à travers divers jeux stimule la motivation et développe le raisonnement analytique, palliant ainsi la difficulté des enseignants à créer des problèmes engageants qui illustrent concrètement les applications mathématiques. Les questions proposées après chaque jeu privilégient le développement de l'intuition plutôt que la maîtrise formelle de la théorie des probabilités.

À la fin du module, les élèves auront développé une intuition des probabilités tout en assimilant les notions essentielles sur les solides et les volumes par l'intermédiaire de jeux et par la conception de leur propre dé.

Références

1. Abdelmalak, M. M. M. 2024. Promoting selected core thinking skills using math stations rotation. *Research in Mathematics Education*, 1–22. https://doi.org/10.1080/14794802.2024.2344209
2. Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J. & Tenenbaum, H. R. 2011. Does Discovery-Based Instruction Enhance Learning? *Journal of Educational Psychology*, 103 (1), 1-18. doi: 10.1037/a0021017.
3. Capaldi, Mindy. 2021. *Teaching Mathematics Through Games*. 1st ed. Providence: American Mathematical Society.
4. Coles, Alf. 2016. *Engaging in Mathematics in the Classroom : Symbols and Experiences*. London ; Routledge.
5. Cross, D. I. 2009. Creating Optimal Mathematics Learning Environments: Combining argumentation and Writing to Enhance Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education* (2009) 7: 905- 930.
6. DeHaan R. L. 2009. Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE Life Sci Educ*. Fall;8(3):172-81. doi: 10.1187/cbe.08-12-0081.
7. Reverdy, C. 2013. Des projets pour mieux apprendre ? Dossier d'actualité veille et analyses n° 82 Février 2013. https://veille-et-analyses.ens-lyon.fr/DA-Veille/82-fevrier-2013.pdf?v=1361180601

3.2 Planification de l'unité

01 Modalités de l'unité

Public visé : 7e – 5e

Local : Une salle de classe

Matériel nécessaire : 100 dés normaux, quelques dés spéciaux, tablettes ou ordinateurs, Makerspace

Durée : 4-5 heures d'enseignement

02 Compétences Visées

Contenus :

- Solides et volumes
- Premières approches des probabilités

Connaissances et compétences

L'élève connaît

- le vocabulaire des solides : polyèdre, sommet, arête, face
- les solides usuels : cube, parallélépipède rectangle, prisme, prisme droit, pyramide, cône, sphère, cylindre
- les formules pour calculer le volume d'un cube, d'un parallélépipède rectangle, d'un prisme droit, d'un cylindre et d'une pyramide
- les formules pour calculer l'aire latérale et l'aire totale d'un cube, d'un parallélépipède rectangle, d'un prisme droit et d'un cylindre
- les unités de longueur, d'aire et de volume.

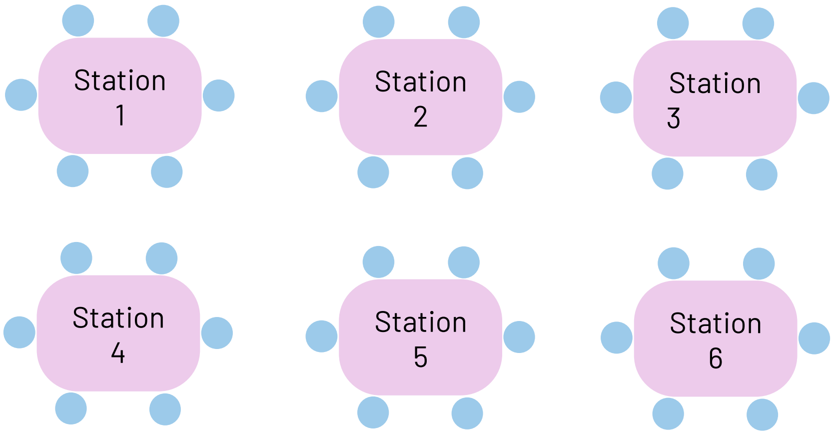
L'élève est capable de/d'

- reconnaître et classifier les solides
- dénombrer les arêtes, les sommets et les faces d'un solide
- associer un solide et son développement
- calculer le volume, l'aire latérale et l'aire totale d'un solide
- utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour visualiser des solides et pour réaliser leur patron.

03 Déroulement de l'unité

Setup (avant la leçon)

Les bancs et les chaises sont arrangés dans la salle de classe afin de former des îlots pouvant accueillir entre 2 à 5 élèves.



Deux premières heures d'enseignement

Les deux premières heures se déroulent sous le format ***d'apprentissage par stations***. Sur chacune des 6 tables, un jeu de dés est installé. Les 6 jeux sont disponibles sous 3.3 Matériels pédagogiques M1. Tous ces jeux se jouent en groupes de 2 à 5 joueurs. Pour optimiser l'apprentissage par stations, il est préférable que les groupes d'élèves soient de taille similaire. Les élèves peuvent former leurs groupes eux-mêmes, mais les groupes seront probablement plus diversifiés si l'enseignant détermine leur composition à l'avance. Les élèves resteront dans le même groupe jusqu'à la fin de la séance d'apprentissage par stations.

Il est conseillé de laisser au moins une des six stations inoccupée au début de l'activité. Ainsi, le premier groupe qui termine pourra s'y déplacer directement. Cette organisation évite aux élèves d'attendre avant de pouvoir commencer une nouvelle station. En principe, chaque groupe passe entre 15 et 30 minutes par station. Il n'est pas obligatoire que tous les élèves expérimentent tous les jeux. La séance dure 2 heures d'enseignement et, selon le rythme des élèves, un nombre variable de jeux sera exploré.

La leçon commence par une courte introduction (5 minutes), lors de laquelle les modalités de l'apprentissage par stations sont expliquées. L'enseignant explique aux élèves qu'à chaque station ils doivent **lire** les règles du jeu et **jouer** une partie en respectant les règles. Lors des différents jeux, les élèves **utilisent** des dés de différentes formes et **développent** une intuition par rapport aux résultats probabilistes en relation avec le lancer du dé. En plus ils **développent** une stratégie pour gagner le jeu ou pour maximiser les gains.

Le numéro de chaque station est clairement indiqué et chaque poste est équipé du matériel nécessaire pour le jeu correspondant (M1). La majorité des jeux utilise des dés D6 standard. Pour une expérience optimale, il est recommandé de prévoir environ une centaine de dés D6 pour cette séquence. Le lancer de dés peut également être simulé virtuellement sur https://g.co/kgs/EFqAMnE ou sur www.mathigon.org.

Lancer le dé

https://g.co/kgs/EFqAMnE

Chaque élève reçoit des polycopies (Station 1 à Station 6 sous M1) décrivant les différentes stations et les réflexions à mener. Les élèves complètent ces documents au fur et à mesure, en fonction des expériences vécues à chaque station.

Les différents jeux peuvent bien-sûr être remplacés par d'autres jeux de dés. Voici une liste non exhaustive d'autres jeux :

- Würfelkönig
- King of Tokyo
- Escape: The Curse of the Temple
- Sagrada
- Tenzi
- Yahtzee
- Pikomino
- Perudo
- Can't stop

Troisième et quatrième heure d'enseignement

Les deux heures suivantes s'organisent autour d'une *pédagogie de projet* (*project-based learning*). L'objectif est que chaque élève crée son propre dé personnalisé et éventuellement invente un nouveau jeu.

La séance débute par une brève introduction (5 minutes) où l'enseignant explique clairement le projet à l'ensemble de la classe.

Ensuite, les élèves se lancent dans le travail qui se structure en 4 phases obligatoires et 1 phase optionnelle :

Première phase. Les élèves définissent les caractéristiques de leur dé personnalisé via un brainstorming structuré. Les fiches de collecte d'idées (M2) leur permettent d'organiser et clarifier leurs concepts. Durant cette phase, ils rencontreront des notions géométriques potentiellement nouvelles. Pour les accompagner, 8 mini-leçons (M3) sont disponibles sur demande :

1. Tutoriels Tinkercad
2. Vocabulaire sur les solides
3. Les prismes droits
4. Aire d'un prisme droit
5. Volume d'un prisme droit
6. Les cylindres droits
7. Aire et volume d'un cylindre
8. Les dés et les probabilités

L'idée n'est pas que l'enseignant dispense ces mini-leçons de façon magistrale, mais que les élèves y recourent selon leurs besoins spécifiques. Chaque mini-leçon comprend des exercices d'auto-évaluation. Pour favoriser l'autonomie, nous recommandons de mettre à disposition les corrigés (3.7 Solutions) selon différentes modalités (plus ou moins contrôlées) : soit sur le bureau de l'enseignant pour consultation après réalisation des exercices, soit directement accessibles aux élèves (version papier ou numérique). L'enseignant peut toutefois décider d'animer une mini-leçon en classe entière si la situation l'exige.

Deuxième phase Les élèves créent leur dé en 3D avec le logiciel Tinkercad. Un tutoriel est disponible dans la mini-leçon 1 (à consulter sur support numérique car composé d'animations GIF). Les élèves doivent sauvegarder leur modélisation. Elle sera utilisée de deux manières différentes dans la troisième et quatrième phase.

Troisième phase. Les élèves matérialisent leur dé, soit par impression 3D, soit en version papier (Pepakura). L'assistance du responsable du MakerSpace est recommandée pour cette étape. L'impression se fait basée sur la modélisation 3D créée en phase 2.

Quatrième phase. Les élèves valorisent leur création selon l'une des options suivantes :

1. Création d'un poster présentant le dé avec les informations détaillées dans la fiche de la phase 4 (M2).
2. Création d'une carte pour un jeu "Top Trumps"[1]. Chaque élève produit une carte décrivant son dé. L'ensemble des cartes de la classe constitue un jeu complet dont les règles sont expliquées dans M2.
3. Réalisation d'une vidéo dans laquelle une des caractéristiques du dé est déterminée de manière expérimentale. Quatre idées sont données en M2 Les élèves commenceront par effectuer des recherches sur ces idées afin de bien comprendre les concepts et comment les appliquer concrètement à l'étude d'un dé. Un point important à souligner concerne la vérification de la formule d'Euler : pour obtenir des résultats probants, il est préférable de tester cette formule sur plusieurs dés de formes différentes. L'élève qui choisira cette voie devra donc emprunter les dés de ses camarades pour enrichir son

[1] Top Trumps est un jeu de cartes publié pour la première fois en 1978. Chaque carte contient une liste de données numériques, et le but du jeu est de comparer ces valeurs pour tenter de battre et de gagner la carte d'un adversaire. En allemand le jeu s'appelle *Supertrumpf*. https://en.wikipedia.org/wiki/Top_Trumps

expérimentation. Par ailleurs, les élèves sont parfaitement libres de proposer et de développer leurs propres idées d'expérimentations au-delà des pistes suggérées.

Remarque : La section 5.3 M4 du module PITT VidéoMATHon, donne des instructions très précises sur la réalisation d'une vidéo avec son smartphone.

Cinquième phase. La cinquième phase est facultative. Une fois le dé personnalisé créé, le travail peut être continué en créant un jeu qui se joue avec ce dé. Des fiches aidant les élèves à créer des jeux se trouvent en plusieurs variantes différentes sur internet. Il est aussi envisageable de faire cette phase en collaboration avec le cours de français ou de Digital Sciences (voir 3.4 Idées interdisciplinaires).

04 Possibilités de différenciation

Durant les deux premières heures, les groupes progressent à leur propre cadence entre les différentes stations (M1). Grâce au maintien d'une station libre dès le départ, les élèves n'ont pas besoin de terminer leurs activités simultanément. De plus, il n'est pas obligatoire d'explorer toutes les stations. Ces deux modalités assurent un apprentissage respectueux du rythme individuel de chaque groupe d'élèves.

Lors des deux heures d'enseignement suivantes, les mini-leçons permettent la mise en place d'une différenciation interne efficace. En plus d'optimiser la gestion du temps en classe, les mini-leçons (M3) constituent un outil puissant de différenciation pédagogique. Les élèves naviguent avec aisance entre leur travail personnel, les stations d'apprentissage, les ressources disponibles et les mini-leçons, en fonction de leurs besoins spécifiques. Pleinement engagés dans leur parcours d'apprentissage, ils développent leur autonomie tandis que l'enseignant adapte son accompagnement sans imposer un rythme uniforme. Puisque chaque élève présente des acquis différents, les mini-leçons peuvent être soit proposées comme ressource, soit rendues obligatoires uniquement pour ceux qui en tireront un réel bénéfice.

05 Autres critères à remplir dans le cadre de la série des unités

a) **Contexte luxembourgeois** : Ce module requiert la disponibilité de tablettes en classe ainsi que l'accès à un Makerspace au sein de l'établissement. Compte tenu de l'excellente infrastructure numérique des écoles luxembourgeoises, ce module est particulièrement adapté pour être mis en œuvre au Luxembourg.

b) **Différenciation** : Comme indiqué dans le paragraphe précédent, la structure même du module intègre naturellement des éléments de différenciation pédagogique.

c) **Guide de référence pour l'éducation aux et par les médias** : Compétences visées du Guide de référence pour l'éducation aux et par les médias[2] :

- Compétence 2 - Communication et collaboration : 2.1 Interagir avec autrui
- Compétence 3 - Création de contenus : 3.3. Modéliser, structurer et coder

d) **Modèle des 4C** : communication, collaboration, créativité, pensée critique : Les 4C sont intégrés dans ce module. Lors des deux premières heures d'enseignement, les élèves sont obligés à collaborer et communiquer pour jouer aux jeux et répondre aux questions des fiches. La conception du dé personnalisé constitue une véritable démarche créative. Par ailleurs, les élèves sont engagés dans un processus d'apprentissage autonome où ils doivent déterminer eux-mêmes quand et quelle mini-leçon mobiliser pour progresser dans leur projet. Cette responsabilisation développe significativement leur esprit critique.

e) **Lien avec la recherche en mathématiques :** Les solides présentés dans ce module représentent des cas particuliers de polytopes. Les polytopes, notamment dans les dimensions supérieures à 2 et 3, constituent un domaine de recherche dynamique et actuel en mathématiques. Voir aussi Section 3.5 Pour aller plus loin.

[2] https://edumedia.lu/wp-content/uploads/2024/12/Medienkompass_FR_web.pdf

06 Planification détaillée de la leçon

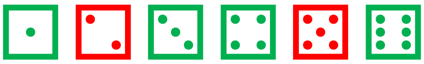
Focus	Formes sociales / Méthodes	Matériels / Supports	Processus d'apprentissage
Leçons 1-2			
Expérimenter avec des dés Explorer des probabilités	Stations d'apprentissage	M1 Feuilles et crayon Dés de différentes formes	Les élèves... ...savent calculer la probabilité d'un dé équilibré. ...se sont familiarisés avec le concept de probabilités.
Leçons 3-4			
Création d'un dé	Apprentissage par projet	M2 & M3 Tablettes ou ordinateur Feuilles et crayon Makerspace	Les élèves... ...connaissent le vocabulaire des solides : polyèdre, sommet, arête, face. …sont capables de dénombrer les arêtes, les sommets et les faces d'un solide. …sont capables de calculer le volume, l'aire latérale et l'aire totale d'un solide. …sont capables d'utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour visualiser des solides et pour réaliser leur patron.
Leçon 5 (optionnelle)			
Invention d'un jeu Rédaction des règles de jeu	Travail individuel	M2 Feuilles et crayon Év. Tablettes	Les élèves... …sont capables de concevoir des jeux originaux de leur propre création. …sont capables de rédiger des règles en reproduisant fidèlement le style rédactionnel caractéristique des instructions de jeux.

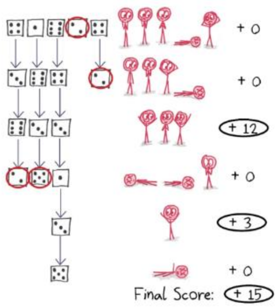
3.3 Matériels pédagogiques

M1 Stations Dés-fi

Station 1 : Éviter les 2 et les 5 ![3]

Description du jeu





Matériel	5 dés à six faces (D6) par joueur
Nombre de joueurs	2-5 joueurs
But du jeu	Obtenir le plus haut score.
Durée du jeu	25 minutes
Règles du jeu	Chaque joueur lance les cinq dés en une fois. Ensuite deux cas peuvent se présenter : ▪ Tous les dés qui montrent un **2** ou un **5** sont **retirés** du jeu et le joueur marque **0 points** pour ce tour. ▪ Si aucun dé ne montre **ni un 2 ni un 5**, alors le joueur augmente son score en notant la **somme des points** obtenus. Le joueur reprend les dés restants et il les relance. La même règle s'applique pour chaque tour. Le jeu se termine s'il n'y plus de dés à lancer. Le joueur avec **le plus haut score** gagne la partie.

[3] Ce jeu est le jeu *Drop Dead* de Ben Orling (Math with bad drawings), https://mathwithbaddrawings.com/wp-content/uploads/2020/11/Game-28-Drop-Dead.pdf

Exemple

	Joueur 1	Score	Dés hors-jeu
1er tour	⚀ ⚀ ⚄ ⚅ ⚅	0	
2e tour	⚂ ⚃ ⚀ ⚂	0+11=11	⚄
3e tour	⚃ ⚄ ⚁ ⚅	11+0=11	⚄
4e tour	⚃ ⚁	11+0=11	⚄ ⚄ ⚁
5e tour	⚅	11+6=17	⚄ ⚄ ⚁ ⚁
6e tour	⚀	17+1=18	⚄ ⚄ ⚁ ⚁
7e tour	⚄	18+0=18	⚄ ⚄ ⚁ ⚁ ⚄
Fin du jeu. Score final : 18 points			

À vous de jouer !

Notez vos résultats dans le tableau ci-dessous.

	Scores				
Nom du joueur					
1er tour					
2e tour					
3e tour					
4e tour					
5e tour					
6e tour					
7e tour					
8e tour					
9e tour					
10e tour					
11e tour					
12e tour					
13e tour					
14e tour					
15e tour					
Vainqueur :					

Réflexion après le jeu

Vrai ✅ ou faux ❌ :

	✅ ❌	Justification
Si on lance six dés le 1er tour, alors on obtiendra forcément tous les nombres de 1 à 6.		
Si on double le nombre de dés, alors le score va doubler.		
Il est impossible d'obtenir un score final de 0 points.		
Un joueur affirme d'avoir joué à ce jeu avec 10 dés pendant 100 tours. Est-ce que cette histoire est plausible ?		

Maintenant, jouez **tous ensemble une seule partie avec 20 dés**. Pouvez-vous obtenir plus de points que le vainqueur de la partie précédente ?

Partie avec **20 dés**	Nombre de dés éliminés (tous les dés montrant 2 ou 5)	Score
1er tour		
2e tour		
3e tour		
4e tour		
5e tour		
6e tour		
7e tour		
8e tour		
9e tour		
10e tour		
11e tour		
12e tour		
13e tour		
14e tour		
15e tour		

Avez-vous réussi à obtenir plus de points que le gagnant de la partie précédente ?

Oui ☐ Non ☐

Si on augmente considérablement le nombre de dés (imagine une partie avec 1000 dés !), peux-tu obtenir plus de points à ce jeu ?

Station 2 : 1=0, quand s’arrêter ?[4]

Description du jeu

⚀ = 0

Matériel	1 dé à 6 faces (D6) par joueur
Nombre de joueurs	2-5 joueurs
But du jeu	Obtenir le plus haut score.
Durée du jeu	15 minutes
Règles du jeu	Chaque joueur lance son dé. Si le résultat du dé est différent de 1, le joueur peut noter son score obtenu et il peut décider de continuer son jeu. Tous les résultats différents de 1 peuvent être ajoutés au score précédent. Si le dé du joueur montre 1, son score est remis à 0 et le jeu se termine. Après chaque lancer, le joueur peut décider d’arrêter son jeu. Le joueur avec **le plus haut score** gagne la partie.

[4] Ce jeu est créé par nous-mêmes, avec un peu d'assistance d'une intelligence artificielle.

Exemple

	Joueur 1	Score	Joueur 2	Score
1er tour	⚃	4	⚄	5
2e tour	⚂	4+3=7	⚂	5+3=8
3e tour	⚅	7+6=13	⚁	8+2=10
4e tour	STOP	13	⚄	10+5=15
5e tour	/	13	⚀	0
Le joueur 1 gagne la partie avec 13 points contre 0 points pour le joueur 2.				

À vous de jouer !

Notez vos résultats dans le tableau ci-dessous.

	Scores				
Nom du joueur					
1^{er} tour					
2^{e} tour					
3^{e} tour					
4^{e} tour					
5^{e} tour					
6^{e} tour					
7^{e} tour					
8^{e} tour					
9^{e} tour					
10^{e} tour					
11^{e} tour					
12^{e} tour					
13^{e} tour					
14^{e} tour					
15^{e} tour					
Vainqueur :					

Réflexion après le jeu

Vrai ✅ ou faux ❌ :

	✅ ❌	Justification
Le jeu se termine à coup sûr après le 6^{e} tour.		
Le score maximal de ce jeu est de 36=6x6 points.		
Après chaque résultat différent de 1, la probabilité d'obtenir 1 au lancer suivant augmente.		

Station 3 : Tous identiques ! [5]

Description du jeu

⚃ ⚃ ⚃ ⚃ ⚃

Matériel	5 dés à 6 faces (D6) par joueur
Nombre de joueurs	2-5 joueurs
But du jeu	Tous les dés doivent montrer le même nombre.
Durée du jeu	20 minutes
Règles du jeu	Tous les joueurs lancent leurs dés. À chaque tour, les joueurs choisissent les dés qu'ils veulent mettre dans leur réserve. Ensuite, ils relancent les dés restants. Il est permis de ressortir les dés de la réserve pour les relancer. Le joueur s'arrête dès que tous les dés montrent le même résultat. Le joueur avec le **nombre de tours le moins élevé** gagne le jeu.

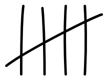
Exemple

	Joueur 1	Réserve J1	Joueur 2	Réserve J2
1er tour	⚃ ⚂ ⚄ ⚂ ⚁		⚁ ⚄ ⚂ ⚀ ⚅	
2e tour	⚀ ⚂ ⚅	⚂ ⚂	⚁ ⚄ ⚄ ⚀ ⚅	⚄ ⚄
3e tour	⚁ ⚁	⚂ ⚂ ⚂	⚁ ⚂ ⚂	⚄ ⚄
4e tour	⚁ ⚄	⚂ ⚂ ⚂	⚀ ⚅ ⚁	⚄ ⚄
5e tour	⚂ ⚃	⚂ ⚂ ⚂	⚀ ⚀ ⚀	⚄ ⚄
6e tour	⚀	⚂ ⚂ ⚂ ⚂	⚅ ⚁	⚀ ⚀ ⚀
7e tour	⚅	⚂ ⚂ ⚂ ⚂	⚄ ⚂	⚀ ⚀ ⚀
8e tour	⚁	⚂ ⚂ ⚂ ⚂	⚂ ⚁	⚀ ⚀ ⚀
9e tour	⚃	⚂ ⚂ ⚂ ⚂	⚀ ⚀	⚀ ⚀ ⚀
10e tour	⚂	⚂ ⚂ ⚂ ⚂	STOP	⚀ ⚀ ⚀ ⚀ ⚀
	STOP	⚂ ⚂ ⚂ ⚂ ⚂		
Le joueur 2 gagne, car il a pu arrêter son jeu au 9e tour.				

[5] Ce jeu est créé par nous-mêmes, avec un peu d'assistance d'une intelligence artificielle.

À vous de jouer !

Notez le nombre de tours dans le tableau ci-dessous. Utilisez des traits verticaux pour compter vos tours



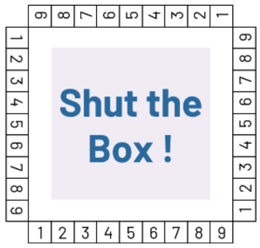
Nom du joueur					
Nombre de tours					
Vainqueur :					

Réflexion après le jeu

Vrai ou faux :

		Justification
Il est impossible d'arrêter le jeu après le premier tour.		
Si on lance un même dé 6 fois, on est sûr que ce dé montre au moins une fois la face avec le résultat souhaité.		
Il est plus avantageux de collectionner des nombres pairs que des nombres impairs.		

Station 4 : Ferme la boite ! [6]



Description du jeu

Matériel	2 dés à 6 faces (D6) par joueur
Nombre de joueurs	2-5 joueurs
But du jeu	Obtenir le moins de points de pénalité. Être le dernier joueur à atteindre 45 points de pénalité (ou plus) pour gagner le jeu.
Durée du jeu	30 minutes
Règles du jeu	Le joueur le plus jeune commence la partie. Il lance les deux dés et deux cas de figure peuvent alors se présenter : 1. **Il peut fermer au moins une case** : Une case peut être fermée si l'un des dés affiche le numéro d'une case ouverte ou si la somme des deux dés correspond au numéro d'une case ouverte. 2. **Il ne peut fermer aucune case** : Dans ce cas, son tour prend fin et le joueur suivant joue à son tour. Si le joueur parvient à fermer au moins une case, il relance les dés et poursuit son tour jusqu'à ce qu'il ne puisse plus jouer (c'est-à-dire qu'il tombe dans le deuxième cas de figure). La manche se termine dès que le dernier joueur ne peut plus continuer son tour. À la fin de chaque manche, chaque joueur comptabilise ses points de pénalité, qui correspondent à la somme des numéros des cases restées ouvertes. Les manches s'enchaînent jusqu'à ce que tous les joueurs, sauf un, atteignent un score de pénalité de 45 points ou plus (45 étant la somme de toutes les cases, car 1 + 2 + … + 9 = 45). Les points de pénalité s'accumulent au fil du jeu, éliminant progressivement les joueurs jusqu'à ce qu'il n'en reste qu'un, qui remporte la partie.

[6] Ce jeu correspond au jeu populaire *Shut the box*, dont les origines demeurent incertaines.

Exemple Voici un exemple d'une manche avec 4 joueurs.

Joueur 1	Cases fermées	Joueur 2	Cases fermées	Joueur 3	Cases fermées	Joueur 4	Cases fermées
⚄ ⚂	1 2 ~~3~~ 4 ~~5~~ 6 7 8 9	⚁ ⚁	1 2 3 ~~4~~ 5 6 7 8 9	⚃ ⚁	1 ~~2~~ 3 ~~4~~ 5 6 7 8 9	⚅ ⚄	1 2 3 4 ~~5~~ ~~6~~ 7 8 9
⚃ ⚄	1 2 ~~3~~ 4 ~~5~~ 6 7 8 ~~9~~	⚂ ⚅	1 2 ~~3~~ ~~4~~ 5 ~~6~~ 7 8 9	⚅ ⚅	1 ~~2~~ 3 ~~4~~ 5 ~~6~~ 7 8 9	⚃ ⚂	1 2 3 4 ~~5~~ ~~6~~ ~~7~~ 8 9
⚀ ⚅	~~1~~ 2 ~~3~~ 4 ~~5~~ ~~6~~ 7 8 ~~9~~	⚃ ⚀	1 2 ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ 7 8 9	⚂ ⚂	1 ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ 5 ~~6~~ 7 8 9	⚂ ⚃	1 2 ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ ~~7~~ 8 9
⚄ ⚅	STOP	⚄ ⚂	1 2 ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ 7 ~~8~~ 9	⚀ ⚁	~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ 5 ~~6~~ 7 8 9	⚃ ⚅	STOP
		⚃ ⚃	STOP	⚁ ⚃	STOP		
Points de pénalité : $2+4+7+8=21$		Points de pénalité : $1+2+7+9=19$		Points de pénalité : $5+7+8+9=29$		Points de pénalité : $1+2+8+9=20$	

À vous de jouer !

Notez vos résultats dans le tableau ci-dessous.

1^re manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

2^e manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

3^e manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

4e manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

5e manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

6e manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

7^e manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

8^e manche		
Nom du joueur	Cases	Points de pénalité
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	

Réflexion après le jeu

Vrai ✅ ou faux ❌ :

	✅ ❌	Justification
Il est possible que la manche d'un joueur s'arrête au 2^e tour.		
Il n'est pas possible d'obtenir 45 points de pénalité lors de la 1re manche.		
Avec 2 dés, une somme de 7 est le résultat le plus probable.		

Station 5 : Farkle ![7]

Description du jeu

Tutoriel :

Comment
jouer à
Farkle

https://www.youtube.com/watch?v=EvWcUDYB9wQ

Matériel	6 dés à 6 faces (D6) par joueur
Nombre de joueurs	2-5 joueurs
But du jeu	Être le premier à atteindre 5 000 points en lançant 6 dés et en formant des combinaisons gagnantes.
Durée du jeu	30 minutes
Règles du jeu	Le but du jeu est d'être le premier à atteindre **5 000 points** en lançant **6 dés** et en formant des combinaisons gagnantes. L'ordre de jeu est décidé par un **lancer de dés** : chaque joueur lance un dé, et celui qui obtient le chiffre le plus élevé commence. En cas d'égalité, les joueurs concernés relancent jusqu'à ce qu'un premier joueur soit désigné. 1 - Premier tour : lancer les dés et marquer des points 1A : Lancer les 6 dés Au début de chaque tour, un joueur lance **les 6 dés** : • **Si au moins un dé permet de marquer des points** : le joueur choisit entre **encaisser ses points** ou **relancer** pour tenter d'améliorer son score. • **Si aucun dé ne marque de points** : il s'agit d'un **Farkle**, et le joueur perd tous ses points pour ce tour. Son tour prend fin immédiatement.

[7] Le Farkle (ou Farkel) est un jeu de dés comparable au 1000/5000/10000, Wimpout cosmique, Greed, Hot Dice, Squelch, Zilch, ou Zonk. Bien que ses racines en tant que divertissement populaire sont inconnues, on sait que ce jeu existe au moins depuis le milieu des années 1980. Il est commercialisé depuis 1996 sous l'appellation "Pocket Farkel" par Legendary Games Inc. Si les principes fondamentaux du jeu sont clairement définis, on trouve néanmoins une grande diversité de variantes, tant dans les méthodes de jeu que dans les systèmes de points.

1B : Relancer les dés pour améliorer son score

Le joueur peut relancer tant qu'il met de côté **au moins un dé gagnant à chaque lancer**. Il n'est pas obligé de conserver tous les dés marquant des points, mais doit en garder au moins un par relance.

1C : Encaisser les points

Après chaque lancer, le joueur peut choisir **d'arrêter et d'additionner son score**. Tant que les points ne sont pas encaissés, ils restent **à risque d'être perdus** en cas de Farkle.

1D : Fin du tour

Le tour s'arrête lorsque :

- Le joueur **obtient un Farkle** (aucun dé gagnant). Dans ce cas, aucun point n'est marqué.
- Le joueur décide **d'encaisser ses points** après un lancer.

1E : Lancer bonus

Si un joueur parvient à marquer avec **tous les 6 dés**, il obtient un **lancer bonus** et peut recommencer le processus. Cependant, s'il fait un **Farkle** durant son bonus, il **perd tous les points gagnés** pendant ce tour, y compris ceux des premiers lancers.

1F : Calcul du score

Les dés mis de côté **ne peuvent pas être combinés avec de nouveaux dés lancés** pour créer de nouvelles combinaisons. Le score est calculé selon les règles suivantes :

Combinaison	Points
5	50 points
1	100 points
3 dés identiques (2-6)	Valeur du dé × 100 (ex. : 3×2 = 200, 3×3 = 300)
3 dés identiques (1)	1 000 points
4 dés identiques	1 000 points
5 dés identiques	2 000 points
6 dés identiques	3 000 points
Suite (1-2-3-4-5-6)	1 500 points
3 paires	1 500 points
4 dés identiques + 1 paire	1 500 points
Deux fois 3 dés identiques	2 500 points

2 - Le tour passe au joueur suivant

Le jeu continue **dans le sens horaire** (ou en alternance si seulement 2 joueurs).

3 - Continuer jusqu'à 5 000 points et déclarer un gagnant

Les joueurs jouent chacun leur tour **jusqu'à ce qu'un joueur atteigne 5 000 points**. À ce moment-là, les autres joueurs ont **une dernière chance de dépasser son score**. Le joueur ayant le plus de points à la fin de ce tour final est déclaré **vainqueur**.

Exemple

Voici un exemple d'une manche à 2 joueurs.

	Joueur 1	Dés gagnants	Dés mis à côté	Points J1
1er tour	⚀ ⚂ ⚁ ⚄ ⚂ ⚁	⚀ ⚄	⚀	100
2e tour	⚁ ⚃ ⚁ ⚁ ⚅	⚁ ⚁ ⚁ ⚄	⚁ ⚁ ⚁	200
3e tour	⚄ ⚅	⚄	⚄	50
	STOP		Total des points encaissés :	350

	Joueur 1	Dés gagnants	Dés mis à côté	Points J2
1er tour	⚀ ⚂ ⚁ ⚄ ⚃ ⚅	⚀ ⚁ ⚂ ⚃ ⚄ ⚅	⚀ ⚁ ⚂ ⚃ ⚄ ⚅	1500
2e tour	⚂ ⚄ ⚄ ⚄ ⚅ ⚅	⚄ ⚄ ⚄	⚄ ⚄ ⚄	500
3e tour	⚅ ⚂ ⚁	aucun	aucun	
	FARKLE !		Total des points encaissés :	0

À vous de jouer !

Notez vos résultats dans le tableau ci-dessous. Après chaque tour, ajoutez les points du tour précédent.

	Points				
Nom du joueur					
1er tour					
2e tour					
3e tour					
4e tour					
5e tour					
6e tour					
7e tour					
8e tour					
9e tour					
10e tour					
11e tour					
12e tour					
13e tour					
14e tour					
15e tour					
Vainqueur :					

Réflexion après le jeu

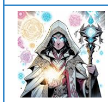
Vrai ✅ ou faux ❌ :

	✅ ❌	Justification
Si on lance les six dés au début, il est impossible d'obtenir un Farkle.		
Avec un seul dé, la probabilité d'obtenir 1 ou 5 est de 50%.		
Avec deux dés, la probabilité d'obtenir au moins une fois 1 est de $\frac{11}{36} \approx 31\%$.		

Station 6 : Le seigneur des dés / Lord of the Dice[8]

Description du jeu

Matériel	▪ 3 dés à 4 faces (D4) ▪ 5 dés à 6 faces (D6) ▪ 4 dés à 8 faces (D8) ▪ 2 dés à 10 faces (D10) ▪ 2 dés à 12 faces (D12)
Nombre de joueurs	2-5 joueurs
But du jeu	Vaincre tous les ennemis pour récupérer la potion magique.
Durée du jeu	20 minutes
Règles du jeu	Chaque joueur incarne un des 5 héros : le guerrier, le mage, l'archer, le nain et le druide. S'il y a moins que 5 joueurs, certains joueurs devront incarner plusieurs héros en même temps. Consultez la liste ci-dessous pour découvrir les caractéristiques particulières des différents héros.

Héros	Catégorie	Dés	Caractéristique particulière
	Guerrier	5 D6	La force d'attaque totale du guerrier s'obtient en additionnant les résultats de ses dés. Le guerrier décide combien de dés il veut employer pour calculer sa force d'attaque.
	Mage	3 D4	Le mage peut utiliser le résultat d'un de ses dés pour multiplier la force d'attaque d'un seul de ses camarades par le résultat de ce dé.
	Archer	4 D8	La force d'attaque totale de l'archer s'obtient en additionnant les résultats de ses dés. L'archer décide combien de dés il veut employer pour calculer sa force d'attaque.
	Druide	2 D10	Si un des dés montre un résultat supérieur ou égal à 7, le druide peut diviser la force d'attaque de l'ennemi par 2.
	Nain	2 D12	La force d'attaque totale du nain s'obtient en choisissant la plus grande valeur de ses dés.

[8] Toutes les illustrations présentes dans ce jeu ont été créées à l'aide de Claude.AI, un assistant d'intelligence artificielle développé par Anthropic.

	Chaque héros possède une collection de dés dont les résultats sont utilisés pour calculer leur force d'attaque collective ou pour réduire la force d'attaque de l'ennemi. Pour chaque tour, les joueurs lancent tous leurs dés actuellement disponibles. Ensuite, ils décident ensemble quels dés seront utilisés pour calculer leur force d'attaque. Si la force d'attaque des héros dépasse celle de l'ennemi, alors les héros remportent la victoire et ils peuvent s'attaquer au prochain ennemi. Tous les dés qui sont intervenus dans la bataille seront mis sur le plan du jeu et seront désormais hors-jeu. Si les résultats des dés ne permettent pas de vaincre l'ennemi, les héros peuvent relancer tous leurs dés une deuxième fois. Si, après cette deuxième tentative, les héros ne réussissent toujours pas à vaincre l'ennemi, les héros perdent le jeu. Un héros sans dés ne peut plus participer à la bataille. Les héros gagnent le jeu s'ils arrivent à vaincre le dernier ennemi.
Exemple	▪ Le guerrier lance 5 dés D6. Résultat : 1, 1, 2, 4, 5 ▪ Le mage lance 3 dés D4. Résultat : 1, 2, 2 ▪ Le nain lance 2 dés D12. Résultat : 6, 10 ▪ L'archer et le druide ne possèdent plus de dés. ▪ L'ennemi a une force d'attaque de 30. La force d'attaque du nain est 10. Le mage peut doubler la force du nain avec son résultat 2. Le guerrier investit trois dés (2, 4 et 5) pour obtenir une force d'attaque de 11. Calcul : $2 \cdot 10 + (2 + 4 + 5) = 20 + 11 = 31$ Ensemble, les héros ont une force d'attaque égale à 31 ce qui est supérieure à celle de l'ennemi. Les héros remportent la victoire. Les dés utilisés (1 dé D12, 1 dé D4 et 3 dés D6) sont placés sur le plan du jeu dans la ligne de l'ennemi en question. Pour le prochain tour, le guerrier ne dispose plus que de 2 dés. Le mage possède 2 dés et le nain possède désormais 1 dé pour le prochain tour.

À vous de jouer !

Attribuez vos rôles et équipez-vous de vos dés ! Relisez attentivement les caractéristiques particulières des différents héros.

Héros	Catégorie	Dés	Caractéristique particulière	Nom du joueur
	Guerrier	5 D6	La force d'attaque totale du guerrier s'obtient en additionnant les résultats de ses dés. Le guerrier décide combien de dés il veut employer pour calculer sa force d'attaque.	
	Mage	3 D4	Le mage peut utiliser le résultat d'un de ses dés pour multiplier la force d'attaque d'un seul de ses camarades par le résultat de ce dé.	
	Archer	4 D8	La force d'attaque totale de l'archer s'obtient en additionnant les résultats de ses dés. L'archer décide combien de dés il veut employer pour calculer sa force d'attaque.	
	Druide	2 D10	Si un des dés montre un résultat supérieur ou égal à 7, le druide peut diviser la force d'attaque de l'ennemi par 2.	
	Nain	2 D12	La force d'attaque totale du nain s'obtient en choisissant la plus grande valeur de ses dés.	

Le temps est venu pour la bataille ! Si vous êtes prêts, tournez la page et confrontez vos ennemis !

Combattez les ennemis l'un après l'autre pour récupérer la potion magique !

Défi	Ennemi	Force d'attaque de l'ennemi	Dés utilisés	Force d'attaque des héros	Victoire ?
1		4			
2		8			
3		12			
4		20			
5		30			
6		50			
Fin					

M2 Dés-ign Unique

C'est à toi : Crée ton propre **dé personnalisé** et **invente un jeu** qui utilise ce dé !

Phase 1 : Collecte d'idées

Pour trouver des **idées**, tu peux essayer de répondre aux questions suivantes ?

Quelle sera la **forme** de ton dé ? Essaie de réaliser une esquisse !	Essaie de réaliser un **patron** du solide esquissé !
Quelles seront les **dimensions** de ton dé ?	
Combien de **faces** ton dé aura-t-il ?	
Combien d'**arêtes** ton dé aura-t-il ?	

Combien de **sommets** ton dé aura-t-il ?
Est-ce que toutes les faces seront identiques ? Précise la **forme géométrique** des faces.
Quels **nombres** ou **lettres** seront sur les faces de ton dé ?
De **combien** de dés auras-tu besoin ?
Est-ce que la **couleur** des dés joue un rôle ?
Quel **jeu** souhaites-tu jouer avec ton dé ?

Phase 2 : Modélisation 3D

Connecte-toi sur www.tinkercad.com et crée ton compte personnel.

Ensuite tu peux commencer à modéliser ton propre dé en utilisant les fonctionnalités de la plateforme.

 ...

[Voir mini leçon 1 pour regarder des tutoriels sur l'utilisation de Tinkercad]

Phase 3 : Impression en 3D (filament ou résine)

Demande au responsable Makerspace de ton lycée pour imprimer ton solide en 3D ou en version papier (Pepakura).

Phase 4 : Présentation de ton dé

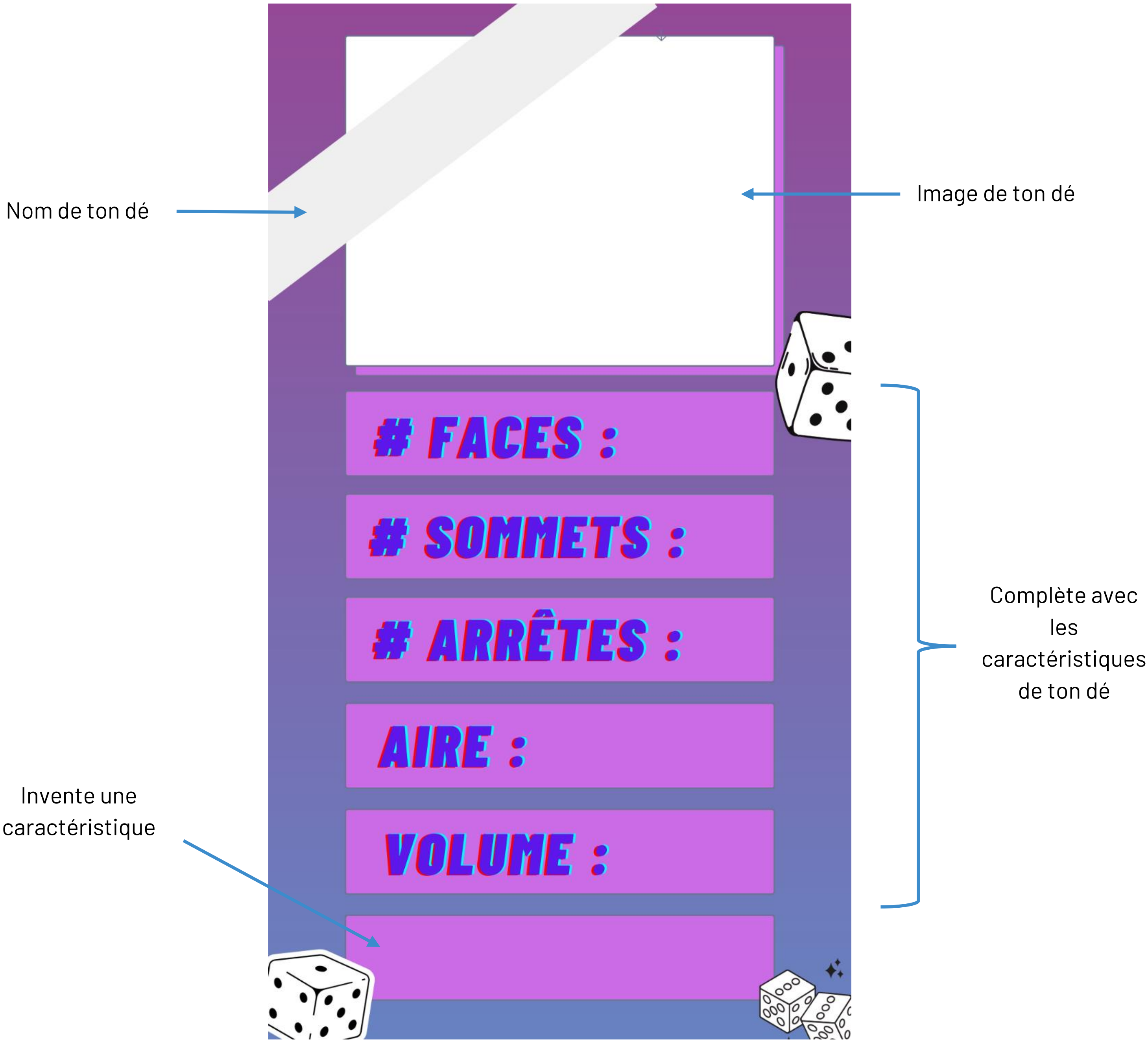
Option 1 : Poster

Présente ton dé en lui dédiant un poster créatif qui met en lumière ses caractéristiques uniques !

▪ Donne un nom à ton dé et fournis une image !	
▪ Précise le nombre de sommets, d'arêtes et de faces ! Précise la forme de ses faces !	[Voir mini leçon 2]
▪ Construis le développement du solide !	[Voir mini leçon 3] [Voir mini leçon 6]
▪ Calcule son aire totale !	[Voir mini leçon 4] [Voir mini leçon 7]
▪ Calcule son volume !	[Voir mini leçon 5] [Voir mini leçon 7]
▪ Estime les probabilités des différentes faces de ton dé !	[Voir mini leçon 8]

Option 2 : Top Trumps

Crée une carte de jeu Top Trumps. Utilise le modèle suivant en version papier ou numérique. En version numérique tu es libre de le changer à ta guise.



Version numérique sur Canva

Lien

Règles du jeu Top Trumps

Le Top Trumps est un jeu de cartes comparatif. Chaque paquet est thématique (voitures, avions, personnages célèbres, animaux, etc) et contient généralement entre 30 et 40 cartes. Dans ce cas, le thème sera les dés.

Préparation :

- Distribuez toutes les cartes face cachée aux joueurs.
- Chaque joueur forme une pile avec ses cartes sans les regarder.

Déroulement d'une partie :

- Le premier joueur prend la carte du dessus de sa pile et choisit une caractéristique/statistique parmi celles indiquées sur sa carte (par exemple : # de faces).
- Tous les joueurs révèlent alors leur carte du dessus et comparent la valeur de la caractéristique choisie.
- Le joueur ayant la plus haute valeur pour cette caractéristique remporte toutes les cartes jouées lors de ce tour et les place sous sa pile.
- Le gagnant devient le joueur actif et choisit la caractéristique pour le tour suivant.
- En cas d'égalité entre les meilleures cartes, les cartes concernées sont mises de côté et un nouveau tour est joué. Le gagnant de ce nouveau tour remporte également les cartes mises de côté.

Le but du jeu est de collecter toutes les cartes du jeu. Un joueur est éliminé lorsqu'il n'a plus de cartes. Le dernier joueur en lice est déclaré vainqueur.

Option 3 : Vidéo

Utilise ton dé imprimé en 3D et fais une vidéo dans laquelle tu vérifie une caractéristique de ton dé de maniére expérimentale. Voici quelques idées (fais des recherches pour savoir comment t'y prendre) :

- Détermination du volume du dé par la méthode par déplacement d'eau (principe d'Archimède)
- Détermination de l'aire totale du dé par recouvrement par un matériau
- Estimation des probabilités des différentes faces de ton dé
- Vérification de la formule d'Euler

Phase 5 : Création du jeu

Pour trouver des idées concernant les règles du jeu, tu peux essayer de répondre aux questions suivantes :

- Est-ce que tu veux créer un jeu de chance (comme les jeux 1,3 et 4) ou plutôt un jeu comportant des éléments de stratégie (comme les jeux 2,3 ? et 5)
- Quel sera le but du jeu ?
- Combien de joueurs y aura-t-il ?
- Combien de dés chaque joueur aura-t-il ?

Cette partie de la leçon peut être faite en collaboration avec l'enseignant du cours de français ou de Digital Sciences (voir Section 3.4 Idées interdisciplinaires).

M3 Mini leçons

Mini leçon 1 : Tutoriels Tinkercad

Les vidéos dans le lien suivant montrent les bases du programme Tinkercad.

Tutoriels Tinkercad

Lien

Mini leçon 2 : Vocabulaire sur les solides

Il existe de nombreuses formes de dés standard.

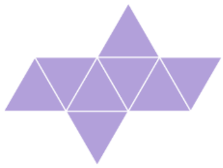
Tu en retrouves une sélection des modèles courants dans la liste ci-dessous :

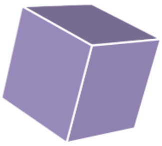
D4 D6 D8 D10 D12 D20

Exercice ML2-1

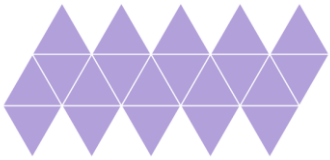
Voici une liste de **solides** et de **développements** (ou **patrons**). Relie les solides à leur développement correspondant.

A **1**

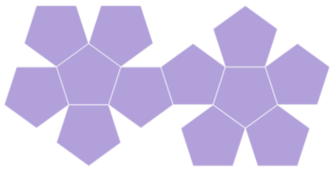


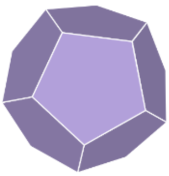


B **2**

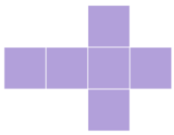


C **3**



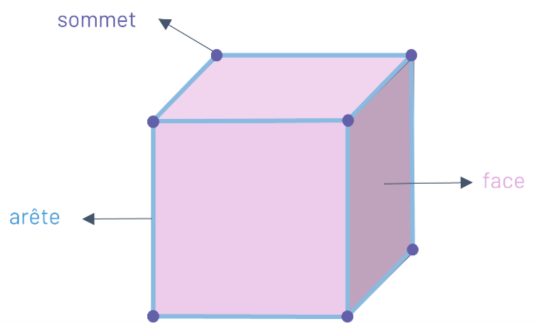


D **4**



E **5**

Un **polyèdre** est un solide limité par des **faces planes** qui sont des **polygones**. Les **sommets** et les **arêtes** d'un polyèdre sont respectivement les sommets et les côtés des polygones qui le limitent.



Pour certains dés standards, les faces sont des **polygones réguliers** : ce sont des formes géométriques dont les **côtés** ont tous la **même longueur** et dont les **angles** ont tous la **même amplitude**. Ces solides sont appelés des **polyèdres réguliers** ou des solides de Platon.

Exercice ML2-2

Complète le tableau ci-dessous :

Image du dé	Forme géométrique d'une face	Nombre de faces	Nombre de sommets	Nombre d'arêtes	Nom du solide	Est-ce un solide de Platon ?
						
						
					Octaèdre	
		10			Trapézoèdre pentagonal	
		12			Dodécaèdre	
		20			Icosaèdre	

Exercice ML2-3

Pour chaque dé du tableau, appelons

- F : le nombre de faces
- S : le nombre de sommets
- A : le nombre d'arêtes

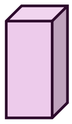
Complète le tableau suivant

Image du dé	F	S	A	$F + S - A$
				
				
				
	10			
	12			
	20			

Que constates-tu ?

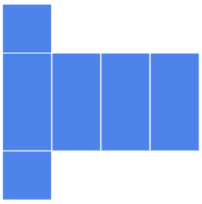
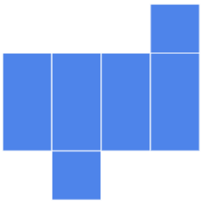
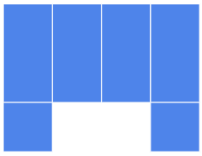
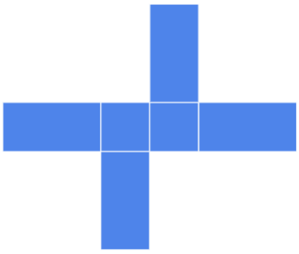
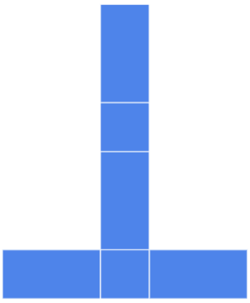
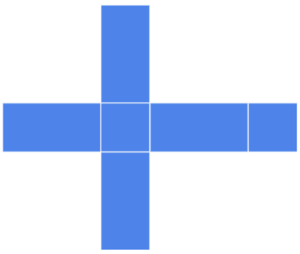
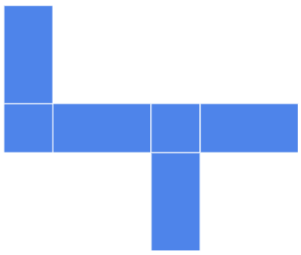
Mini leçon 3 : Les prismes droits

Il existe une autre famille de solides : les **prismes droits**. Le représentant le plus connu de cette famille est le **pavé droit** ou le parallélépipède rectangle.



Exercice ML3-1

Parmi les développements proposés, choisis ceux qui, après pliage, permettent de construire un pavé droit.

 Oui ☐ Non ☐	 Oui ☐ Non ☐	 Oui ☐ Non ☐
 Oui ☐ Non ☐	 Oui ☐ Non ☐	 Oui ☐ Non ☐
 Oui ☐ Non ☐	 Oui ☐ Non ☐	 Oui ☐ Non ☐

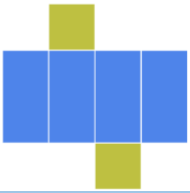
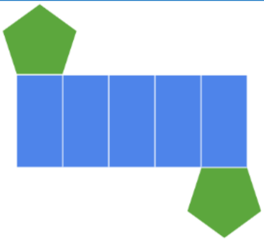
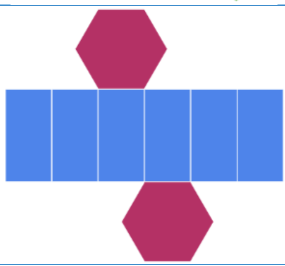
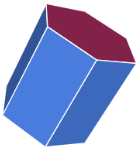
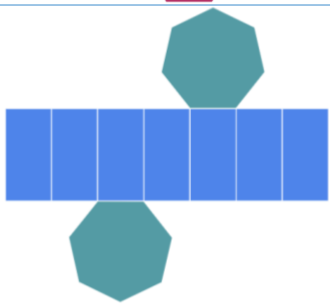
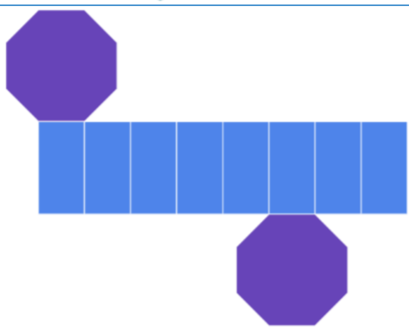
Contrôle tes réponses en utilisant l'application Mathigon suivante :

En général, tu peux retenir que :

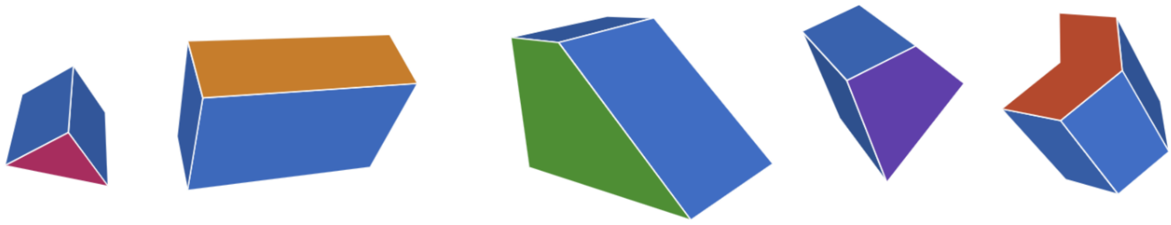
Les **faces latérales** d'un prisme droit sont des **rectangles**. Les **deux bases** d'un prisme droit sont des **polygones isométriques**.

Exercice ML3-2

Complète le tableau suivant :

Base	Développement	Prisme droit
Triangle équilatéral		
Carré		
		
		
		
		

Les bases du prisme droit ne sont pas nécessairement des polygones réguliers. En général, les bases sont des formes polygonales quelconques :

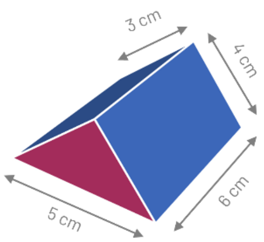
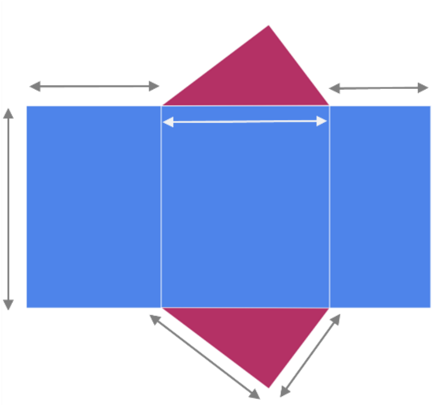
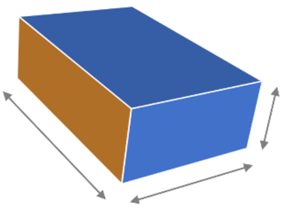
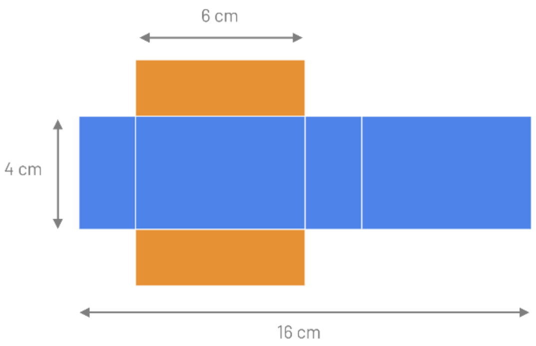


Les **faces latérales** de ces prismes droits sont des **rectangles** qui ont tous la **même hauteur** (notamment la hauteur du prisme droit) mais qui n'ont pas nécessairement tous la même largeur.

Examine les développements de ces prismes droits sur Mathigon :

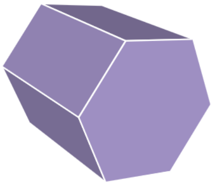
Exercice ML3-3

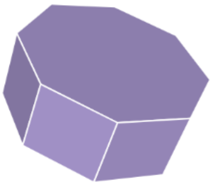
Utilise les indications disponibles pour compléter les longueurs manquantes :

Solide	Développement
	
	

Exercice ML3-4

Utilise l'application Mathigon suivante pour construire les solides proposés à partir de leur développement :





Mini leçon 4 : Aire d'un prisme droit

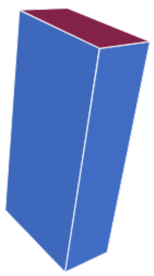
Utilise l'application Mathigon suivante pour calculer **l'aire totale** des deux prismes droits proposés.

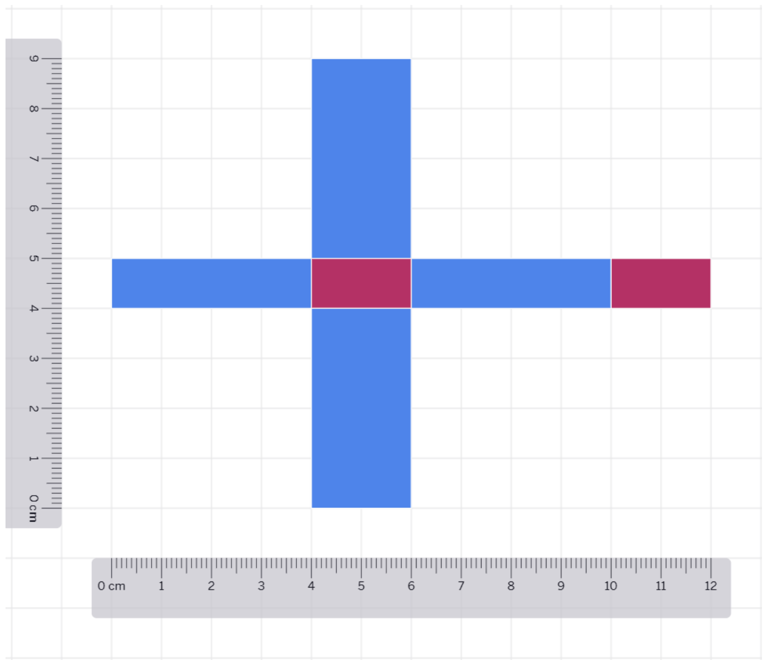
En général, tu peux retenir que :

L'**aire totale** d'un **prisme droit** est égale à la **somme** de l'**aire** des **deux bases** et de l'**aire** des **faces latérales**.

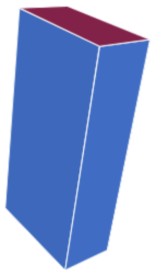
Exercice ML4-1

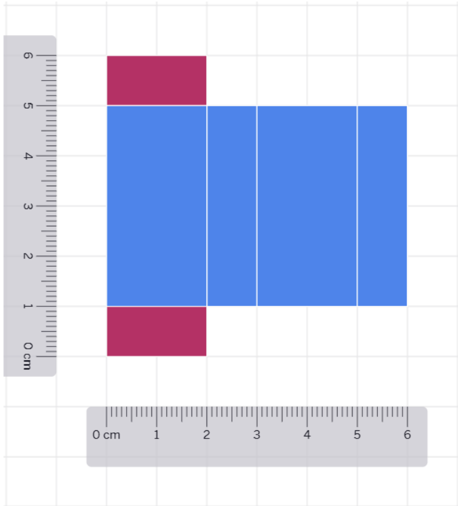
Calcule l'aire totale du prisme droit suivant en examinant le développement proposé :





Pour calculer l'aire totale d'un prisme droit, il est plus commode d'utiliser un développement qui arrange les **faces latérales** côté à côté afin qu'elles forment **une unique surface rectangulaire**.





Quelle est la **hauteur** du prisme droit ?
Quel est le **périmètre** d'une de ses **bases** ?
Quelles sont les **dimensions** du **rectangle** formé par les **faces latérales** ?
Calcule l'aire des faces latérales :
Calcule l'aire des deux bases :
Calcule l'aire totale :

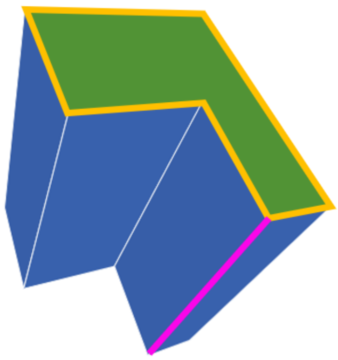
En général, tu peux retenir que :

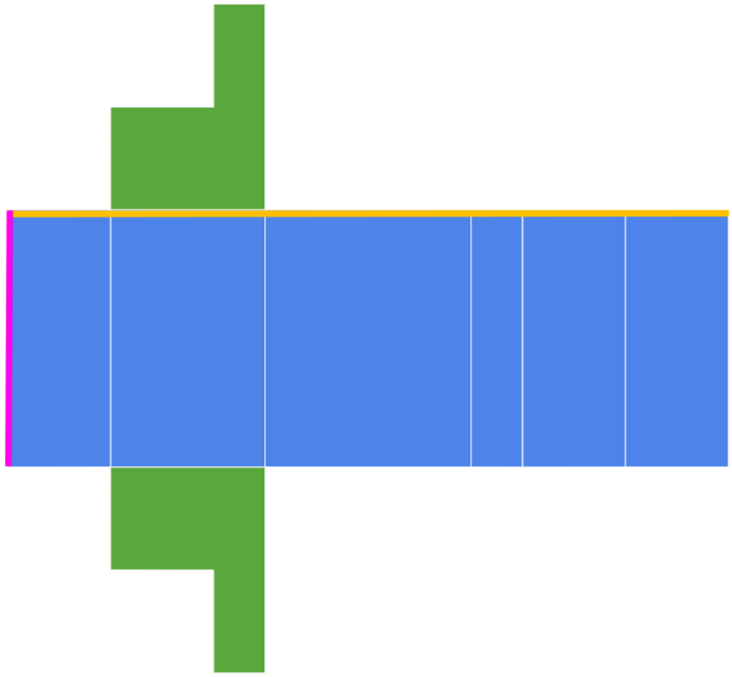
L'**aire des faces latérales** d'un prisme droit est égale au **produit** du **périmètre de la base** par la **hauteur** du prisme.

$$\mathcal{A}_{\text{latérale}} = \mathcal{P}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur}$$

L'**aire totale** d'un prisme est égale à la **somme** de l'**aire** des deux **bases** et de l'**aire latérale**.

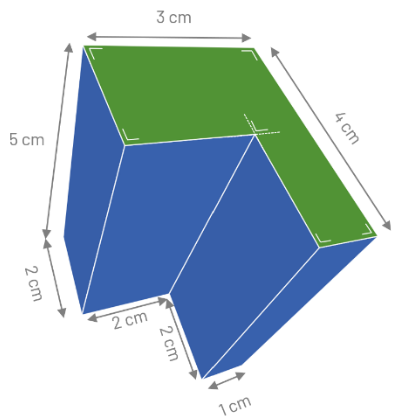
$$\mathcal{A}_{\text{totale}} = 2 \cdot \mathcal{A}_{\text{base}} + \mathcal{A}_{\text{latérale}}$$





Exemple :

Prenons le prisme droit suivant.



- Le périmètre de la base est donné par :

$$\begin{aligned} \mathcal{P}_{\text{base}} &= 3 + 4 + 1 + 2 + 2 + 2 \\ &= 14 \text{ cm} \end{aligned}$$

- L'aire latérale est :

$$\begin{aligned} \mathcal{A}_{\text{latérale}} &= \mathcal{P}_{\text{base}} \cdot h \\ &= 14 \cdot 5 \\ &= 70 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- L'aire de la base est :

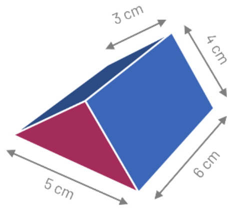
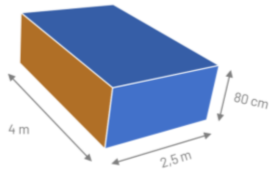
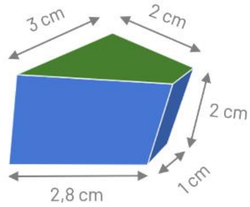
$$\begin{aligned} \mathcal{A}_{\text{base}} &= 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 \\ &= 6 + 2 \\ &= 8 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- L'aire totale est :

$$\begin{aligned} \mathcal{A}_{\text{totale}} &= 2 \cdot \mathcal{A}_{\text{base}} + \mathcal{A}_{\text{latérale}} \\ &= 2 \cdot 8 + 70 \\ &= 16 + 70 \\ &= 86 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

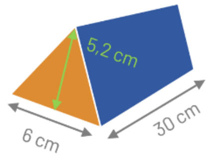
Exercice ML4-2

Calcule l'aire totale des prismes droits suivants :

Prisme droit			
Forme de la base	Triangle rectangle	Rectangle	Trapèze rectangle
Hauteur			
Périmètre de la base			
Aire de la base			
Aire latérale			
Aire totale			

Exercice ML4-3

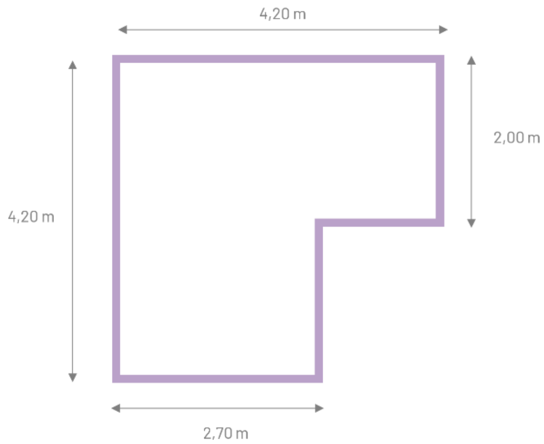
1) Une fameuse sorte de chocolat suisse est emballée dans une boite en forme de prisme droit dont les bases sont des triangles équilatéraux.



   a) Calcule l'aire totale de la quantité de papier carton nécessaire pour fabriquer cet emballage.

   b) Combien d'emballages peut-on fabriquer avec 1 m^2 de papier carton ?

2) Pablo veut repeindre les murs et le plafond de son atelier en bleu ultramarin.
Les murs ont une hauteur de 2,5 m. La surface des portes et des fenêtres sera négligée. Tous les coins de la pièce sont des angles droits.



   a) Aide Pablo à calculer la surface totale à repeindre.

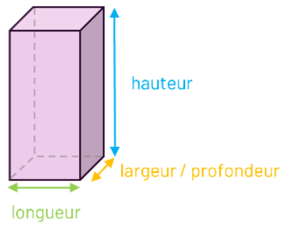
   b) Un pot de peinture de 2,5 L coûte 30 € et permet de recouvrir une surface de 25 m^2. Aide Pablo à calculer le coût total à prévoir pour acheter la peinture.

Mini leçon 5 : Volume d'un prisme droit

Utilise l'application Mathigon suivante pour calculer le **volume** des trois **pavés droits** proposés.

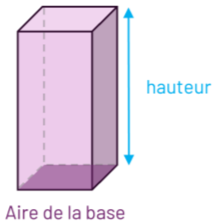
Une formule pour calculer le **volume** d'un **pavé droit** est :

$$\mathcal{V}_{\text{pavé droit}} = \text{longueur} \cdot \text{largeur} \cdot \text{hauteur}$$

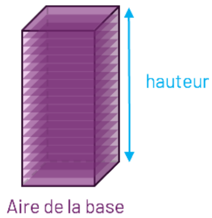


Tu peux également réécrire cette formule en utilisant **l'aire** de la **base** rectangulaire :

$$\begin{aligned}\mathcal{V}_{\text{pavé droit}} &= \underbrace{\text{longueur} \cdot \text{largeur}}_{=\mathcal{A}_{\text{base}}} \cdot \text{hauteur}\\ &= \mathcal{A}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur}\end{aligned}$$



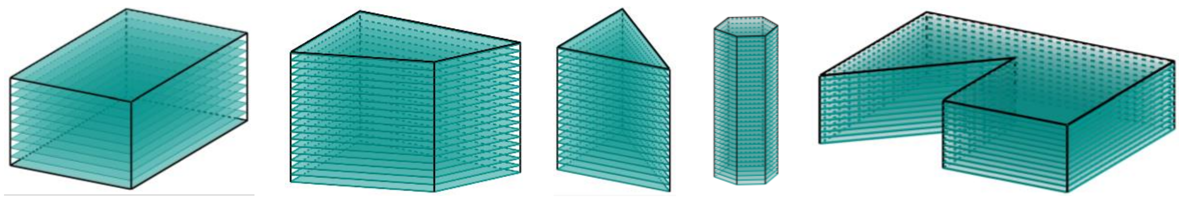
Cette formule peut être expliquée par l'image mentale suivante : imagine l'aire de la base comme une feuille de papier extrêmement fine, d'épaisseur nulle. Ensuite, pour remplir entièrement le pavé droit, tu superposes plusieurs de ces feuilles, chacune ayant une aire identique à celle de la base. Combien en faudra-t-il pour occuper tout le volume du pavé ? Il en faut autant que la hauteur du solide. Ainsi, en multipliant l'aire de la base par la hauteur, tu obtiens le volume du pavé droit.



Nous acceptons que cette formule s'étende également au calcul du volume d'un prisme droit quelconque. En général, tu peux retenir que :

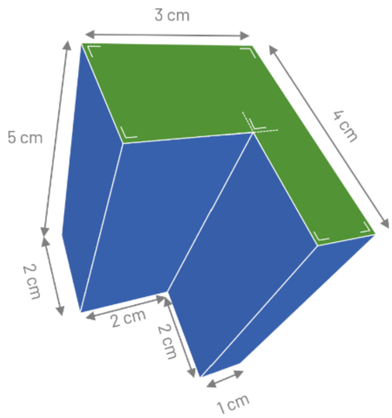
Le **volume** d'un prisme droit est égal au **produit** de l'**aire de la base** par la **hauteur** du prisme.

$$\mathcal{V}_{\text{prisme droit}} = \mathcal{A}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur}$$



Exemple :

Prenons le prisme droit suivant.



- L'aire de la base est :

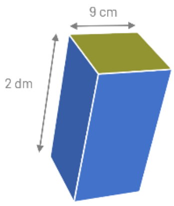
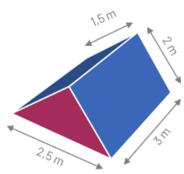
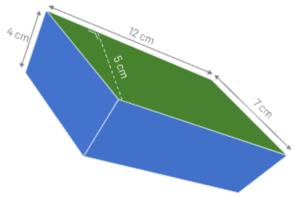
$$\begin{aligned}\mathcal{A}_{\text{base}} &= 4 \cdot 3 - 2 \cdot 2 \\ &= 12 - 4 \\ &= 8\ \text{cm}^2\end{aligned}$$

- Le volume est :

$$\begin{aligned}\mathcal{V} &= \mathcal{A}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur} \\ &= 8 \cdot 5 \\ &= 40\ \text{cm}^3\end{aligned}$$

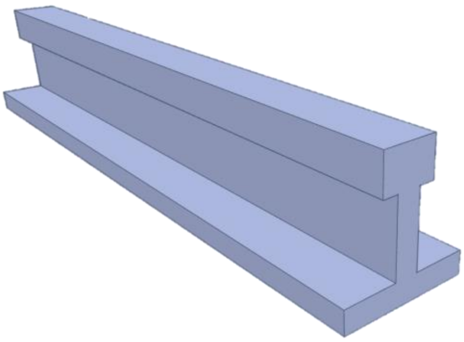
Exercice ML5-1

Calcule le volume des prismes droits suivants :

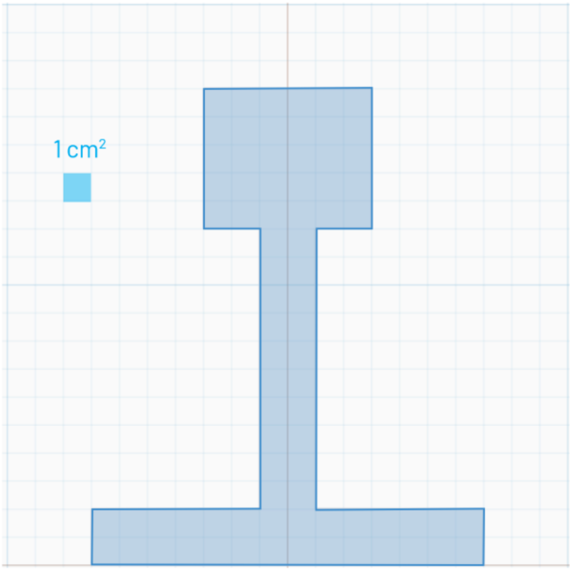
Prisme droit			
Forme de la base	Carré	Triangle rectangle	Parallélogramme
Hauteur			
Aire de la base			
Volume			

Exercice ML5-2

Selon le catalogue des produits Arcelor-Mittal[9], un mètre de rail du type UIC60 pèse 60,21 kg. Vérifie cette valeur en utilisant les dessins ci-dessous et en sachant que la masse volumique de l'acier utilisé pour les rails de chemin de fer est de 7500 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.



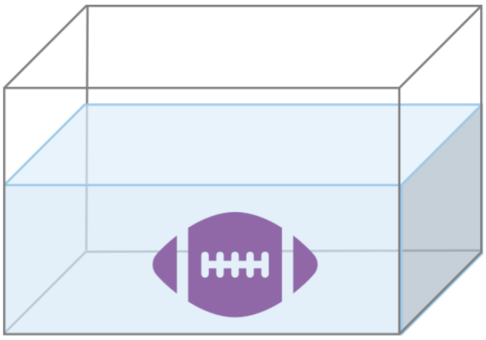
Rail de chemin de fer (modèle simplifié)



Coupe transversale

Exercice ML5-3

Pour déterminer le volume d'un ballon de football américain, Jerry remplit son vieil aquarium avec de l'eau jusqu'à une hauteur de 20 cm. La base de l'aquarium est un rectangle de dimensions 60 cm sur 20 cm. Ensuite, il submerge complètement le ballon dans l'eau. Il constate que le niveau de l'eau monte à 23,8 cm du fond de l'aquarium.



1) Aide Jerry à calculer le volume du ballon.

2) Malheureusement, en sortant le ballon de l'eau, le smartphone de Jerry tombe dans l'aquarium. Il possède le modèle le plus récent dont les dimensions sont 160 mm x 80 mm x 10 mm. Aide Jerry à calculer le nouveau niveau de l'eau dans l'aquarium.

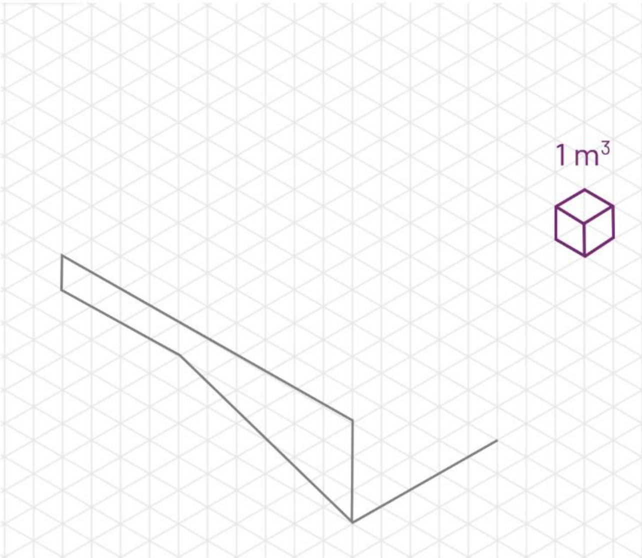
[9] https://rails.arcelormittal.com/wp-content/uploads/2023/10/ArcelorMittal-Transport-Rails-EN.pdf

Exercice ML5-4

Pour sa nouvelle villa, Monsieur PITT demande à un architecte de lui planifier une piscine extérieure.

M. PITT a des visions précises concernant la forme de sa nouvelle piscine. Il veut que sa piscine remplisse les conditions suivantes :

- La surface de l'eau est rectangulaire de dimensions 10 m sur 6 m. Les murs verticaux sont perpendiculaires avec le fond du bassin.
- Au début du bassin, il y a aura une profondeur constante de 1 m sur toute la largeur et sur une longueur de 4m.
- Après ces 4 m, la profondeur augmente constamment pour atteindre une profondeur maximale de 3 m à l'autre bout du bassin.

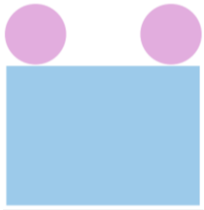
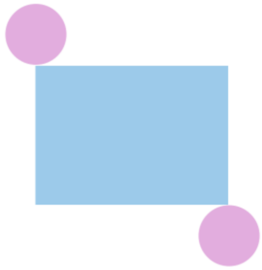


1) L'architecte a déjà commencé à tracer un plan en 3D du bassin pour la piscine de M. PITT. Aide-le à finaliser le dessin et inscris toutes les mesures utiles.
2) Selon les réglementations locales, il est interdit de construire des piscines privées avec une contenance supérieure à 1000 hl d'eau. Contrôle si la piscine de M. PITT obtiendra une autorisation à bâtir.
3) Pour garantir l'étanchéité du bassin, un film en plastique sera placé sur le fond et sur les murs du bassin. Donne une estimation raisonnable de la surface de film étanche à prévoir.
4) Une fois terminée, la piscine sera remplie avec un robinet régulier d'un débit de 12 L/min. Calcule le temps nécessaire pour remplir le bassin.

Mini leçon 6 : Les cylindres droits

Une canette de la boisson *Pink Horse* a la forme d'un **cylindre droit**.

Parmi les développements proposés, marque par ✅ ceux qui puissent correspondre au développement du cylindre. Marque par ❌ les développements qui ne peuvent pas être repliés pour former un cylindre.

Développement A	Développement B	Développement C
		
Développement D	**Développement E**	**Développement F**
		

Complète le texte ci-dessous :

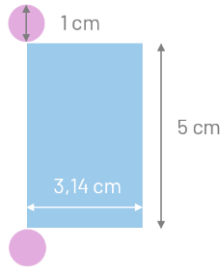
- Les développements __________________ correspondent au développement d'un cylindre.
- Les bases d'un cylindre sont _______________________ et la face latérale est _______________________ .

En général, tu peux retenir que :

La **face latérale** d'un cylindre droit est un **rectangle**. Les deux **bases** d'un cylindre sont des **disques de même rayon**.

Exercice ML6-1

Voici les développements de trois cylindres droits. Associe les développements aux cylindres proposés et complète les mesures manquantes :

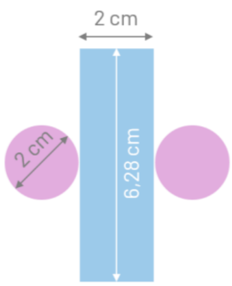


Rayon de la base :

$r =$ ___________

Hauteur :

$h =$ ___________

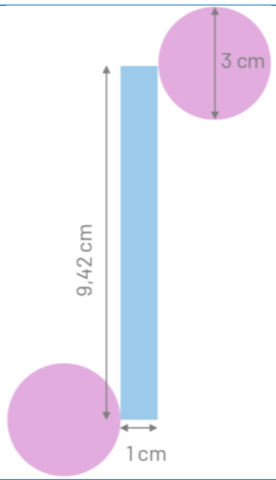


Rayon de la base :

$r =$ ___________

Hauteur :

$h =$ ___________



Rayon de la base :

$r =$ ___________

Hauteur :

$h =$ ___________

Que représente à chaque fois la 3^{e} mesure indiquée qui ne représente ni le rayon de la base, ni la hauteur du cylindre ?

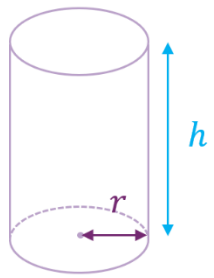
Complète le texte suivant :

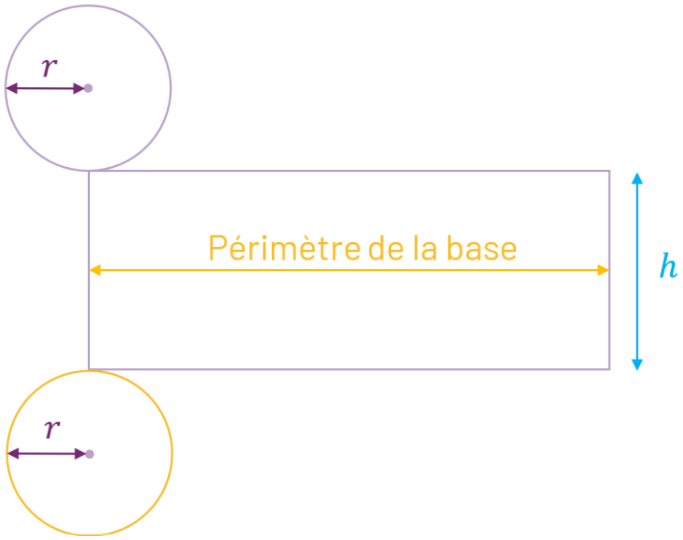
- Le rayon de la base est égal à __________________ du diamètre de la base.
- La hauteur de la face latérale rectangulaire correspond à _________________ du cylindre.
- La longueur de la face latérale rectangulaire correspond au __________________ de la base.

En général, tu peux retenir que :

Pour un cylindre droit de rayon r et de hauteur h :

- La **face latérale** est un rectangle de hauteur $\boldsymbol{h}$ et de longueur égale au **périmètre de la base**.
- Les deux **bases** des disques de rayon $\boldsymbol{r}$.





Mini leçon 7 : Aire et volume d'un cylindre

Les principes vus pour calculer l'aire et le volume d'un prisme droit s'appliquent également au cas du cylindre.

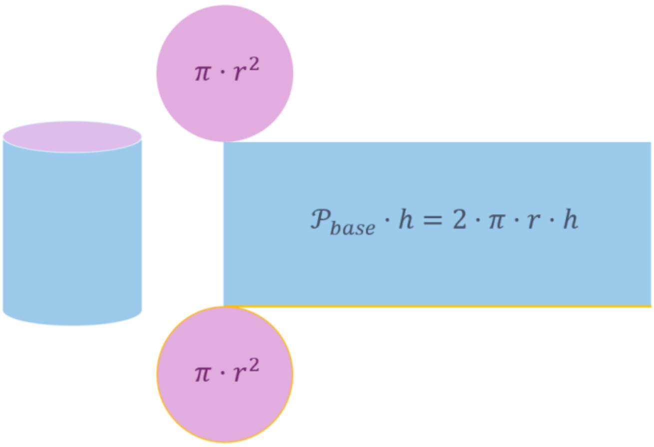
En général, tu peux retenir que :

- L'**aire** de la **face latérale** d'un cylindre est égale au **produit** du **périmètre** de la **base** par la **hauteur** du cylindre.

$$\mathcal{A}_{\text{latérale}} = \mathcal{P}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur}$$

- L'**aire totale** d'un cylindre est égale à la **somme** de l'**aire** des deux **bases** et de **l'aire latérale**.

$$\mathcal{A}_{\text{totale}} = 2 \cdot \mathcal{A}_{\text{base}} + \mathcal{A}_{\text{latérale}}$$



Aire latérale d'un cylindre droit :

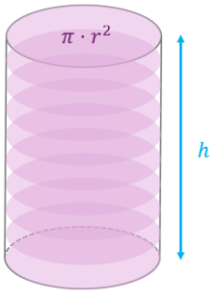
$$\begin{aligned}\mathcal{A}_{\text{latérale}} &= \mathcal{P}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur} \\ &= 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \\ &= 2\pi r h\end{aligned}$$

Aire totale d'un cylindre droit :

$$\begin{aligned}\mathcal{A}_{\text{totale}} &= 2 \cdot \mathcal{A}_{\text{base}} + \mathcal{A}_{\text{latérale}} \\ &= 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \\ &= 2\pi r^2 + 2\pi r h\end{aligned}$$

- Le **volume** d'un **cylindre** est égal au **produit** de l'**aire de la base** par la **hauteur** du cylindre.

$$\mathcal{V}_{\text{cylindre}} = \mathcal{A}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur}$$

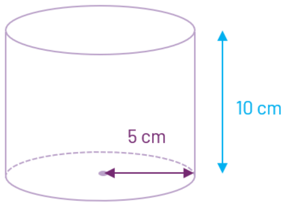
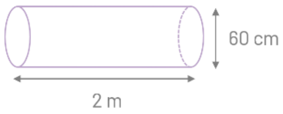
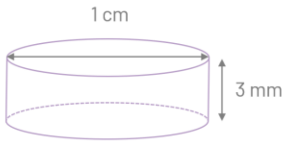


Volume d'un cylindre droit :

$$\begin{aligned}\mathcal{V}_{\text{cylindre}} &= \mathcal{A}_{\text{base}} \cdot \text{hauteur} \\ &= \pi \cdot r^2 \cdot h \\ &= \pi r^2 h\end{aligned}$$

Exercice ML7-1

Calcule le volume et l'aire totale des cylindres droits suivants :

Cylindre			
Aire de la base			
Périmètre de la base			
Aire latérale			
Aire totale			
Volume			

Exercice ML7-2

Nous voulons comparer le volume et l'aire totale de trois objets :

Objet 1	Objet 2	Objet 3
Une pièce de 50 cents	Une pile CR2032	Un seul spaghetti
		
Ø 24 mm, h 2,4 mm	Ø 20 mm ; h 3,2 mm	Ø 2 mm ; h 25 cm

Sans faire de **calculs**, essaie de classer le volume et l'aire totale de ces objets dans l'ordre croissant :

$$\mathcal{V}_{.....} \quad < \quad \mathcal{V}_{.....} \quad < \quad \mathcal{V}_{.....}$$

$$\mathcal{A}_{.....} \quad < \quad \mathcal{A}_{.....} \quad < \quad \mathcal{A}_{.....}$$

Contrôle ta réponse en supposant que ces objets sont des cylindres droits et en **effectuant des calculs**. Ajuste éventuellement ton classement :

$$\mathcal{V}_{.....} \quad < \quad \mathcal{V}_{.....} \quad < \quad \mathcal{V}_{.....}$$

$$\mathcal{A}_{.....} \quad < \quad \mathcal{A}_{.....} \quad < \quad \mathcal{A}_{.....}$$

Exercice ML7-3

1) Calcule le volume de PVC nécessaire à la production d'un tuyau DN160 d'une longueur de 2 m, de diamètre externe de 160 mm et d'une épaisseur de la paroi de 4 mm.

2) Une plaque en bois de dimensions 100 cm x 100 cm x 18 mm est munie de 190 trous de diamètre 8mm. Calcule le poids de la plaque perforée, si tu sais que le bois utilisé à une densité de 700 $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.

3) Calcule le diamètre d'une conserve de tomates pelées sachant que la conserve devra contenir 500 ml et que la hauteur de la conserve est de 11 cm.

Mini leçon 8 : Les dés et les probabilités

Navigue sur mathigon.com et simule 500 lancers de dés avec un dé D4. Compte le nombre de fois que le dé montre un 1, 2, 3 ou 4. Divise ensuite le nombre d'apparences de chaque résultat par 500 pour calculer la fréquence.

500 lancers	**1**	**2**	**3**	**4**	Total
					
Fréquence					

Tu peux constater que les fréquences sont toutes approximativement égales à _________.

Pour un dé D4, tu peux conclure que la fréquence théorique d'obtenir un 1, un 2, un 3 ou un 4 est de _________________ .

Refais l'expérience avec un dé D6 en utilisant le lien suivant :

500 lancers	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	Total
							
Fréquence							

Tu peux constater que les fréquences sont toutes approximativement égales à _________.

Pour un dé D6, tu peux conclure que la fréquence théorique d'obtenir un 1, un 2, un 3, un 4, un 5 ou un 6 est de _________________ .

Complète les phrases suivantes :

La fréquence théorique d'obtenir un 7 avec un D8 est de _________________ .

La fréquence théorique d'obtenir un 10 avec un D10 est de _________________ .

La fréquence théorique d'obtenir un 3 avec un D20 est de _________________ .

3.2 Idées interdisciplinaires

Digital Sciences

La cinquième étape du projet "Dés-ign unique" invite les élèves à concevoir leur propre jeu. Cette activité créative peut être réalisée en collaboration avec le professeur de Digital Sciences ou directement intégrée dans ce cours.

Cette approche est particulièrement pertinente car l'axe 4 du programme de Digital Sciences, intitulé *Le jeu analogue ou numérique en solitaire ou ensemble, tout un programme*, aborde précisément ces thématiques. Des fiches pédagogiques y sont même proposées pour accompagner les élèves dans leur processus de création d'un jeu.

L'articulation entre ce module et l'axe 4 du cours de Sciences Numériques représente une excellente opportunité de décloisonnement des apprentissages, permettant aux élèves d'appliquer concrètement les compétences acquises dans une discipline au sein d'un autre contexte pédagogique.

Le cours de français

Après avoir conçu leur jeu, les élèves doivent formaliser les règles par écrit. Ce moment offre une excellente opportunité de collaboration avec l'enseignant de français. Cette activité s'inscrit parfaitement dans les programmes de français de la 6ᵉC et 6ᵉG, qui identifient comme compétence disciplinaire la rédaction de textes variés en respectant les contraintes liées à l'exercice. Les règles de jeu présentent en effet un style d'écriture particulier, caractérisé par la précision, la clarté et la structure logique.

La rédaction de règles constitue ainsi un exercice pédagogique pertinent pour le cours de français, permettant aux élèves de s'approprier un genre textuel normé avec ses codes propres, tout en donnant un sens concret à leur production écrite puisqu'elle servira directement à l'utilisation de leur création ludique.

3.5 Pour aller plus loin

01 Alea jacta est

Le dé incarne le hasard, la chance et l'irrévocabilité des décisions prises. Son origine précise demeure énigmatique, plusieurs civilisations anciennes - indienne, égyptienne, romaine et grecque - s'attribuant son invention. Les ancêtres du dé, constitués de noyaux de fruits, de dents ou de pierres, apparaissent vers 6000 avant notre ère et ne présentaient généralement que deux faces (MacDonald, 2018).

Parmi les précurseurs notables figurent les « astragales », osselets prélevés dans les chevilles d'animaux comme les ovins ou les caprins. Ces objets à six faces servaient aux jeux d'adresse et de hasard dans les mondes grec et romain antiques. Le jeu Omilla, particulièrement populaire, consistait à lancer ces astragales dans un cercle pour en expulser les figurines des adversaires - une pratique qui perdure aujourd'hui sous la forme du jeu de billes pratiqué par les enfants dans les cours de récréation (Hennewig, 2022).

Source : https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/content/blog/die-wuerfel-sind-gefallen-geschichte-und-geschichten-eines-spielgeraets-und-symbols/

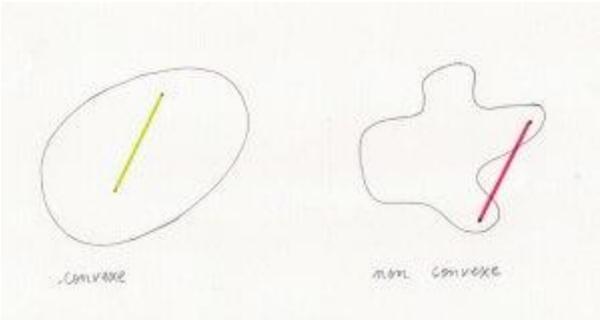
Utilisés comme dés, les astragales présentaient une particularité : malgré leurs six côtés similaires aux dés modernes, leurs probabilités n'étaient pas équivalentes. Deux faces, de par leur configuration, ne pouvaient servir de surface d'appui, tandis que les quatre autres, toutes différentes, offraient des probabilités variables d'apparition lors d'un lancer.

Jusqu'à la Renaissance, l'équiprobabilité des résultats n'était pas considérée comme importante. Les concepts de hasard et de probabilité n'existaient pas encore, et l'on attribuait à une puissance divine le choix de la face visible après un lancer.

Ce paradigme changea avec l'avènement de penseurs comme Galilée et Blaise Pascal qui, en partie grâce à l'étude des jeux et des dés, développèrent les théories du hasard et des probabilités. Ces notions s'ancrèrent rapidement dans la conscience collective, transformant notre perception du dé : aujourd'hui, nous l'associons simplement à la chance ou malchance, et utilisons naturellement des solides réguliers garantissant une distribution équitable des résultats (Wissenschaft, 2018).

02 Les cinq solides de Platon

Le dé à six faces commun avec lequel nous jouons régulièrement est, mathématiquement, un cube. Un cube est un polyèdre, c'est-à-dire une forme géométrique à trois dimensions (un solide géométrique) ayant des faces planes polygonales qui se rencontrent selon des segments de droite qu'on appelle arêtes, régulier et convexe. Un polyèdre est dit régulier s'il est constitué de faces toutes identiques et régulières et si tous ses sommets sont identiques. La convexité est un terme mathématique qui, entre autres, exclut la présence de trous. Une partie C de l'espace (ou du plan) est convexe si elle satisfait la propriété suivante : pour toute paire de points p et q situés sur C, le segment joignant p à q est entièrement contenu dans C. Par exemple, une boule est convexe, mais une bague ne l'est pas (Cantat, 2022).



Source : https://images-archive.math.cnrs.fr/La-Gomboc.html?lang=fr

Un polyèdre régulier et convexe est appelé en mathématiques solide de Platon. En plus du cube, il y a exactement 4 autres solides de Platon : le tétraèdre, l'octaèdre, le dodécaèdre et l'icosaèdre.

Dans la vidéo suivante, Axel Rogue, professeur de mathématiques et d'informatique en classe préparatoire PTSI au lycée Loritz de Nancy, explique pourquoi il y a seulement exactement cinq solides de Platon :

Axel Rogue

https://www.youtube.com/watch?v=KpUJrc4itMc

03 La Gömböc

Les dés ont 6 positions stables sur lesquelles ils peuvent être posés. La stabilité signifie que l'objet reste dans la position où on l'a placé même si on le titille un peu. Par exemple, si une bouteille est posée à la verticale, sur son cul, et si je la penche très légèrement et la relâche, alors elle reviendra d'elle-même à sa position verticale initiale et y restera (Cantat, 2022).

Certains objets ne possèdent qu'une seule position d'équilibre stable, le plus emblématique étant le « culbuto ». Ce jouet de forme ovoïde, lesté au niveau inférieur, est connu dans sa version commerciale sous le nom de bidibule, désormais quelque peu démodé.

Si l'on place un culbuto sur sa tête en position parfaitement verticale, il se trouve en équilibre théorique : sans perturbation extérieure, il pourrait maintenir cette position indéfiniment. Cette position est cependant instable - en pratique, la moindre perturbation le fera basculer pour retrouver sa position stable, pieds au sol. Le culbuto présente donc exactement deux positions d'équilibre : l'une stable, l'autre instable.

Ce comportement caractéristique est obtenu grâce à une bille de plomb insérée dans la partie inférieure du jouet, positionnant le centre de gravité dans le bas du corps. Le corps du culbuto n'est donc pas homogène : sa densité interne varie selon les zones pour favoriser une unique position d'équilibre stable.

En 1995, le mathématicien russe Vladimir Igorevich Arnold a posé la question suivante.

Question d'Arnold. *Existe-t-il un corps convexe homogène avec seulement deux positions d'équilibre, l'une stable, l'autre instable ?*

La question demande : peut-on créer un solide semblable au bidibule mais composé d'un matériau parfaitement homogène ? En 2006, deux chercheurs hongrois ont réussi ce qui semblait impossible, apportant une réponse affirmative à cette question formulée par Arnold. Gábor Domokos et Péter Várkonyi, mathématiciens de Budapest, ont conçu un culbuto entièrement homogène qu'ils ont baptisé « la gömböc ». Dans la vidéo suivante, Domokos relate le parcours complexe ayant mené à cette invention remarquable.

GÖMBÖC

https://www.youtube.com/watch?v=tD-HgrUChwY

Chandler Davis, rédacteur en chef du The Mathematical Intelligencer, a dit la chose suivante à propos de la découverte de la gömböc :

A shape whose impossibility might have been an elegant theorem, but whose existence may be much more elegant.

La Gömböc est un solide en dimension 3. Les mathématiciens se sont bien sûr posé la question si un tel corps existe aussi en dimension 2. La réponse est négative.

Théorème. *Il n'existe pas de gömböc planaire. Une partie convexe du plan ne peut avoir exactement deux positions d'équilibre, une stable et une instable : elle en possède toujours plus !*

Pour une preuve du théorème, nous référons le lecteur à l'article (Cantat, 2022).

04 Les polyèdres dans la recherche d'aujourd'hui

Les polyèdres font partie des branches des mathématiques appelée *géométrie discrète*. un domaine mathématique qui étudie les objets géométriques "discrets" - c'est-à-dire ceux pouvant être caractérisés par un nombre fini de paramètres.

Bien que cette branche soit relativement peu développée dans les départements de mathématiques classiques à travers le monde, elle occupe une place prépondérante dans les départements d'informatique (ou computer science). Cette différence d'intérêt s'explique par le double attrait qu'elle présente pour les informaticiens : ces objets sont fascinants en eux-mêmes mais offrent également de nombreuses applications pratiques dans le domaine informatique.

Une idée reçue veut que la géométrie discrète soit un domaine sans questions non résolues. Cette perception découle de deux facteurs principaux : d'une part, certains objets fondamentaux comme les polyèdres, et particulièrement les solides de Platon, font l'objet d'études depuis l'époque des mathématiques grecques antiques, suggérant un champ entièrement exploré ; d'autre part, les problématiques contemporaines de géométrie semblent souvent excessivement techniques et inaccessibles aux non-spécialistes.

Pourtant, contrairement à cette impression répandue, il subsiste en géométrie discrète des problèmes ouverts remarquablement simples à formuler, compréhensibles même sans formation mathématique avancée, mais dont la résolution continue de défier les chercheurs. En voici deux de ses problèmes ouverts.

Le dépliage d'un polyèdre

Dans ce module, nous avons vu que les solides possèdent des patrons, qu'on découpe, qu'on plie le long des arêtes et puis qu'on recolle pour obtenir le polyèdre du début. Ceci conduit à une question bien naturelle :

Étant donné un polyèdre, peut-il toujours être obtenu de cette manière ?

En termes un peu plus précis, est-il toujours possible de découper un polyèdre (convexe) le long de certaines arêtes, pour obtenir un domaine connexe dépliable sur le plan (sans auto-intersection) ? Et bien, on ne le sait toujours pas (Schlenker, 2009).

La subdivision du cube

Est-il possible de découper un cube en tétraèdres dont tous les angles sont aigus, c'est-à-dire strictement inférieurs à 90 degrés ? En dimension 2, la réponse est positive : on peut découper un carré en triangles aigus. C'est un exercice qu'on laisse au lecteur (attention ce n'est pas si facile !) En dimension trois, et bien, on ne sait pas (Schlenker, 2009) !

Références

1. Cantat, S. 2022. La Gömböc. *Images des Mathématiques*. https://images-archive.math.cnrs.fr/La-Gomboc.html?lang=fr

2. MacDonal, J. 2018. The Ancient Origins of Dice. *JSTOR Daily*. https://daily.jstor.org/the-ancient-origins-of-dice/

3. Schlenker, J-M. 2009. Quelques problèmes ouverts de géométrie élémentaire. *Images des Mathématiques*. https://images.math.cnrs.fr/billets/10766/

4. Wissenschaft. 2018. Wie Würfel-Würfe wirklich zufällig wurden. https://www.wissenschaft.de/geschichte-archaeologie/wie-wuerfel-wuerfe-wirklich-zufaellig-wurden/

5. Hennewig, L. 2022. „Die Würfel sind gefallen." Geschichte und Geschichten eines Spielgeräts und Symbols. *Deutsche Digitale Bibliothek*. https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/content/blog/die-wuerfel-sind-gefallen-geschichte-und-geschichten-eines-spielgeraets-und-symbols/

3.6 Parole aux scientifiques

Dans cette section, nous mettons en lumière deux mathématiciennes spécialisées dans les mathématiques appliquées, un domaine qui adapte les concepts mathématiques à diverses disciplines et secteurs professionnels. Nous découvrirons d'abord Rima Alaifari, mathématicienne d'origine autrichienne, puis Ingrid Daubechies, éminente mathématicienne belge qui a dirigé la thèse de Rima.

01 Rima Alaifari

Rima Alaifari est Professeure Assistante en Mathématiques Appliquées à l'ETH Zurich. Ses travaux de recherche se concentrent principalement dans les domaines de l'analyse appliquée, des problèmes inverses et de l'apprentissage automatique scientifique. Ses intérêts de recherche incluent l'analyse de stabilité et la régularisation des problèmes inverses, l'analyse harmonique appliquée, la récupération de phase et les aspects de stabilité de l'apprentissage automatique, notamment l'apprentissage d'opérateurs. Elle est membre associée ETH AI Center.

Son parcours académique a débuté par des études de mathématiques appliquées et industrielles à l'Université Johannes Kepler de Linz, où elle a obtenu sa licence et sa maîtrise entre 2005 et 2010. Elle a ensuite poursuivi avec un doctorat en mathématiques à la Vrije Universiteit Brussel de 2010 à 2014, sous la direction des Professeurs Ingrid Daubechies (voir plus bas) et Michel Defrise.

Après son doctorat, sa carrière post-doctorale s'est poursuivie à l'ETH Zurich. Depuis octobre 2016, elle occupe le poste de Professeure Assistante en Mathématiques Appliquées à l'ETH Zurich, où elle continue à développer ses recherches à l'intersection des mathématiques appliquées et de l'intelligence artificielle. À partir de septembre 2025, elle sera Professeure à l'université de Aix-en-Chapelle en Allemagne.

Rima
Alaifari

https://www.youtube.com/watch?v=I0VE0-Tv78s

02 Ingrid Daubechies

Ingrid Daubechies est une mathématicienne belge naturalisée américaine, célèbre pour ses travaux révolutionnaires sur les ondelettes et la compression d'image.

Après avoir obtenu son doctorat en physique à la Vrije Universiteit Brussel en 1980, elle poursuit un parcours post-doctoral aux États-Unis avant de revenir enseigner la physique théorique à son université d'origine. Ses recherches initiales se concentrent sur les opérateurs de physique quantique. En 1987, elle s'établit définitivement aux États-Unis, travaillant d'abord aux

Laboratoires Bell puis devenant en 1994 la première femme professeure de mathématiques à l'Université de Princeton.

Reconnue pour ses méthodes mathématiques novatrices améliorant les technologies de compression d'images, Daubechies est membre de prestigieuses institutions comme l'Académie nationale d'ingénierie et l'Académie nationale des sciences des États-Unis, ainsi que de l'Académie américaine des arts et des sciences. Son excellence scientifique lui a valu une bourse MacArthur en 1992. Entre 2011 et 2013, elle participe au jury du Prix Infosys pour les sciences mathématiques, avant de rejoindre l'Academia Europaea en 2015.

Fortement engagée dans la promotion de la diversité, Daubechies siège au comité directeur d'Enhancing Diversity in Graduate Education, un programme soutenant les femmes poursuivant des études supérieures en mathématiques. Entre 2011 et 2014, elle marque l'histoire en devenant la première femme présidente de l'Union mathématique internationale.

La vidéo suivante a été réalisé en 2023 lorsqu'elle a reçu le prestigieux Wolf Prize.

Ingrid Daubechies
2023 Wolf Prize

https://www.youtube.com/watch?v=Z36zl2iPXgc

La deuxième vidéo est plus longue. C'est une vidéo d'une interview faite au CIRM (Centre International de Rencontres Mathématiques) à Marseille.

Ingrid Daubechies
CIRM

https://www.youtube.com/watch?v=lhR7K6xp2Cg&t=283s

ISSN 2738-9383

PROGRAMME FOR INNOVATIVE TEACHING AND TRAINING

PITT