PINEAU Sarah
CAPRON Alizée
ROLLAND Valentine
HARDY Manon
DELAUNAY Marina
BAFFERT Ambre

Rapport Projet Mathématiques :

Le jeu des Fléchettes

Année 2018/2019 Groupe C A. KNIPPEL

Table des matières

Introduction

Dans le cadre de notre formation, un projet mathématiques nous a été proposé afin d'améliorer nos compétences de réflexion, de recherche et notre capacité à travailler en groupe autonome.

Au début du semestre, nous avons commencé à travailler sur le sujet « modélisation du jeu de fléchettes ». Le but de ce sujet étant de guider un joueur durant une partie de fléchettes c'est-à-dire de lui dire dans quelle zone de la cible tirer pour qu'il finisse la partie avec le moins de fléchettes possible. Notre modélisation doit prendre en compte à la fois le niveau du joueur, les règles du jeu et gérer son score. On s'est donc penché sur plusieurs modèles que nous présenterons plus tard dans le rapport. Pour mener ce projet à bien, nous avons formé un groupe de 6 filles.

Tout d'abord, nous présenterons les règles du jeu, puis une analyse de notre problème. Ensuite, nous proposerons deux modèles permettant de le résoudre. Finalement, nous présenterons le modèle retenu ainsi que ses limites et une brève comparaison entre ce dernier et le premier. Nous terminerons par notre ressenti durant ce projet.

I) Règles du jeu

Le jeu de fléchette est composé d'une cible et d'un set de fléchettes, et oppose deux joueurs ou deux équipes qui tirent tour à tour trois fléchettes. Le but étant de marquer un maximum de points ; la première équipe obtenant exactement le score de 301 remporte la partie.

La cible est elle décomposée en segments numérotés de 1 à 20 indiquant le nombre de points de chaque zone. Les angles entre chaque segment sont de 18° . Ces zones sont ensuite divisées par des cercles concentriques multipliant la valeur du segment par 1, 2 ou 3 (voir schéma ci-dessous).

Concernant la distance de tir et la hauteur de la cible, les normes sont indiquées sur le schéma suivant.

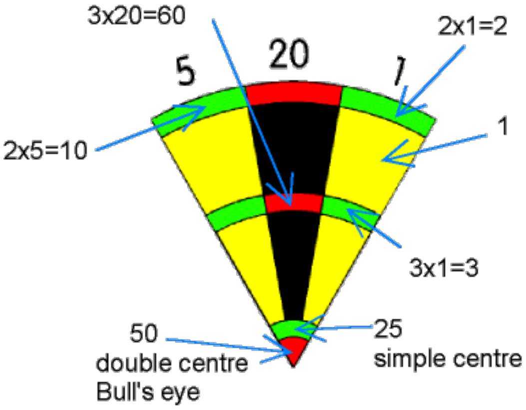


Illustration 1: Zone à points de la cible

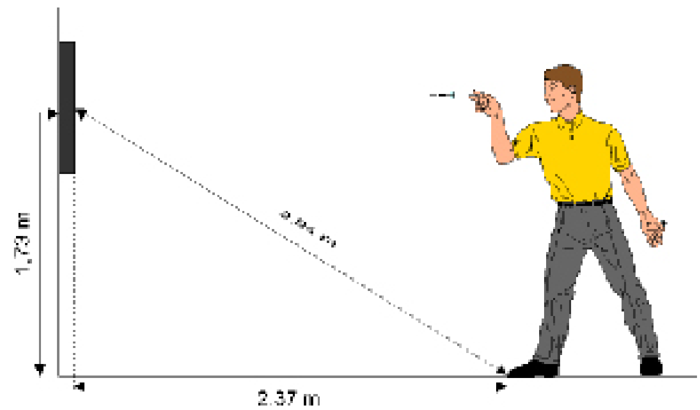


Illustration 2: Distances normalisées de tir

Au début d'une partie le joueur possède un nombre de points auquel se soustrait son score obtenu à la fin d'une volée (3 fléchettes tirées). Une autre règle s'ajoute à celle-ci : il faut terminer la partie en touchant une zone qui compte double ou un centre (nous négligeons cette règle dans notre modèle).

Nous avons décidé de baser notre modèle sur une version du jeu sur 301 points (d'autres versions existent).

Afin d'améliorer la précision de notre modèle, nous souhaitons baser nos calculs sur des dimensions réelles de cible. Les dimensions normalisées sont les suivantes :

- 8mm entre les cercles délimitant les zones doubles et triples
- Diamètre du centre : 12,7 mm
- Diamètre du demi-centre: 31,8 mm
- Rayon extérieur du cercle des doubles : 170 mm
- Rayon extérieur du cercle des triples : 107 mm
- Diamètre total de la cible : 457mm

II) Analyse du problème

Durant notre projet nous avons été confrontés à différentes difficultés :

a) Modélisation du niveau d'un joueur

Nous avons pensé à plusieurs moyens de déterminer le niveau d'un joueur :

- La manière la plus simple serait de demander au joueur d'estimer son niveau, mais dans ce cas là, notre programme serait peu adapté. Son estimation de niveau est biaisée par son estime personnelle.
- Nous pourrions demander au joueur de réaliser quelques lancers avant de commencer sa partie. Lui indiquer où viser et voir en combien de fléchettes celui-ci parvient à toucher l'objectif fixé.
- Enfin, nous pourrions faire une estimation dynamique du niveau du joueur durant la partie ; au départ, on suppose que le joueur est parfait et à chaque lancer raté (c'est-à-dire quand la case touchée est différente de celle indiquée par le programme), on retire des points de niveau au joueur. Les instructions s'adaptent alors au score « niveau » du joueur.

b) Modélisation de la cible

Nous avons pensé à probabiliser la cible pour adapter nos instructions au niveau du joueur. Par exemple, si le joueur a un niveau faible, alors on lui proposera plutôt de viser des grandes zones ; ainsi il gagnera des points moins vite mais de manière plus certaine. Pour un très bon joueur, il est évident qu'on lui demandera de tirer dans la zone qui lui rapportera le plus de points. En revanche, pour un joueur moyen cela semble moins évident ; ainsi, il y aura alors sûrement une cible probabilisée qui s'adaptera au niveau.

c) Adapter le tir au nombre de points

Pour rappel, il faut avoir un score exactement égal à 301 pour gagner la partie ; si ce score est dépassé, la dernière volée est annulée. De plus, il faut arriver à 301 en un minimum de coup possible. Notre instruction donnée à l'utilisateur est donc liée au score. Il faut donc approfondir la manière par laquelle nous allons déterminer la meilleure zone à viser en fonction du joueur. Néanmoins, nous avons remarqué qu'on pouvait diviser la partie en deux stratégies :

- Dans la première partie, la stratégie est de marquer le plus de points possibles jusqu'à un score que nous déterminerons plus tard.
- Ensuite, la stratégie s'adaptera au niveau du joueur pour atteindre précisément le score de 301.

III) Nos potentiels modèles

Le but que nous nous sommes d'abord fixées est de trouver une loi qui, en fonction du niveau du joueur, pourra déterminer la probabilité qu'il réussisse à toucher une zone en fonction de celle visée.

a) Un modèle discret

1) Description du modèle

Le premier modèle est basé sur un calcul de probabilité lié à des surfaces. Ce modèle prend en compte la taille de la zone et ainsi nous permet de faire une différence entre les petites zones difficiles à toucher et les grandes zones plus faciles à viser. En revanche, cette réflexion s'adresse seulement à un mauvais joueur qui pourrait toucher de manière aléatoire n'importe quelle zone de la cible.

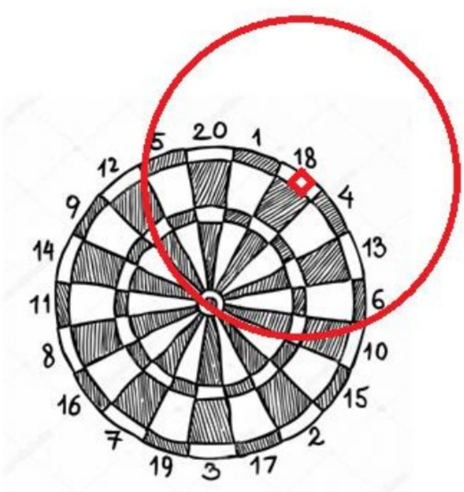
Par exemple, la probabilité de toucher le disque central (double centre) pour un joueur mauvais serait :

$$p(\text{"}toucher\ le\ double\ centre\text{"}) = \frac{aire\ du\ disque\ central}{aire\ totale\ de\ la\ cible}$$

Plus généralement :

$$p(\text{"}toucher\ une\ zone\text{"}) = \frac{aire\ de\ la\ zone}{aire\ totale\ de\ la\ cible}$$

Pour prendre en compte le fait que le joueur puisse rater la cible, il a fallu modifier notre formule, tout en faisant en sorte que toutes les probabilités additionnées soient bien égales à 1. Pour cela on a pensé à fixer une couronne supplémentaire autour de la cible pour pouvoir garder le système de surface. Effectivement, nous avons dû définir « un viseur ». Nous considérons que lorsqu'un joueur vise une zone, la flèche peut atterrir sur une surface ayant la même aire que la cible, et centrée sur la zone visée. Par exemple, si le joueur vise le double 18, on obtiendra la figure du viseur suivante :



Représentation de la cible avec le viseur

La formule précédente devient alors :

$$p(\text{"}toucher\ une\ zone\text{"}) = \frac{aire\ de\ la\ zone}{aire\ du\ viseur}$$

L'avantage d'un viseur est qu'il peut s'adapter au niveau du joueur. Le rayon de ce dernier varie d'un joueur à un autre. Pour un joueur mauvais, nous nous sommes fixés un rayon de viseur deux fois plus grand que celui de la cible, soit 457mm. Un autre avantage du viseur est qu'il permet de modéliser le fait qu'un joueur qui vise une zone a plus de chance de toucher les zones alentour que les zones en dehors du viseur. Il est important de noter que la probabilité est uniforme dans le viseur pour tout point

Ce modèle s'adapte donc bien à un joueur mauvais ou moyen. En effet, la taille du rayon du viseur peut varier pour modéliser les niveaux. En revanche, on ne peut pas appliquer ce modèle au cas du joueur parfait. Un joueur parfait touche forcément ce qu'il vise donc le rayon de son viseur est tellement petit qu'il peut être assimilé à un point. Ainsi, l'aire de la zone sera supérieure à l'aire du viseur, et dans notre formule on obtiendrait une probabilité supérieure à 1.

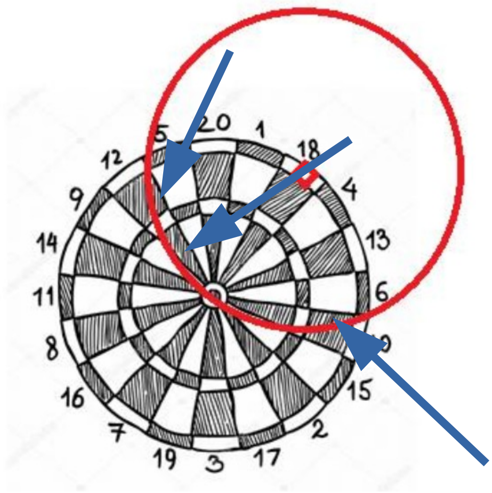
Il faut donc distinguer plusieurs cas dans notre modèle (ce qui certifie le caractère discret de notre modèle) :

- Un joueur parfait réussit toujours à toucher la zone visée, la probabilité qu'il touche la zone visée doit donc être de 1.
- Un joueur mauvais ou moyen , peu importe la zone visée, touche n'importe quel point du viseur. La probabilité de toucher une certaine zone dépendrait donc de la surface prise par celle-ci dans le viseur.

2) Test de niveau

Maintenant, nous nous intéressons à la modélisation du viseur. Pour cela, on propose de faire quelques tirs d'essai en visant le centre de la cible. On demande au joueur de reporter la distance entre sa fléchette et le centre. On calcule ensuite la moyenne des distances qui nous donnera le rayon du viseur.

Afin de finaliser notre modélisation, nous voulions faire un calcul d'espérance de gains de chaque zone. Soit le nombre de points que l'on pouvait espérer gagner en touchant une certaine zone. Pour cela, il aurait fallu calculer l'aire des surfaces comprises entre les zones de la cible et le viseur (voir flèche indiquant la zone sur le schéma ci-contre).



Nous n'avons pas réussi à généraliser une formule pour trouver l'aire des surfaces coupées par les zones de la cible et du viseur.

b) Modèle continu

Pour trouver une modélisation , nous avons cherché une loi de probabilité continue, déjà existante pouvant s'adapter à notre problème.

1) Description du modèle

Nous avons pensé à la loi normale qui est l'une des lois statistiques la plus répandue et qui représente très bien les phénomènes aléatoires. Une variable aléatoire suit une loi normale si sa densité de probabilité est donnée par la formule :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Le graphe de cette loi est la courbe de Gauss ou couramment appelée « la courbe en cloche » qui dépend de deux paramètres, μ et σ, qui sont respectivement la moyenne et l'écart-type. La distribution est symétrique par rapport à μ c'est-à-dire que la courbe Gaussienne est centrée sur la moyenne tandis que σ caractérise la dispersion des valeurs autour de l'espérance. Ainsi, plus l'écart-type est grand et plus les valeurs sont dispersées autour de l'espérance.

Cette modélisation s'adapte donc bien à notre problème. Effectivement, les deux paramètres de la loi normale peuvent s'adapter à chaque joueur ; μ et σ seront des valeurs propres à chaque joueur et seront déterminées à l'aide d'un test de niveau. Par exemple, sur le schéma ci-dessous, la courbe rouge sera caractéristique d'un très bon joueur puisque l'écart type est relativement resserré autour de l'espérance. Le joueur a donc de fortes chances de toucher la zone visée de la cible. En revanche la courbe extrême, en bleu foncé, représente le cas d'un mauvais joueur car son écart type est très élevé ce qui représente le fait qu'il a une forte probabilité de louper son tir et de tirer sur des zones voisines de celle demandée initialement. Sur ce graphique, toutes les courbes de Gauss sont centrées sur 0 mais, comme annoncé précédemment, en réalité les courbes seront centrées sur la moyenne du joueur.

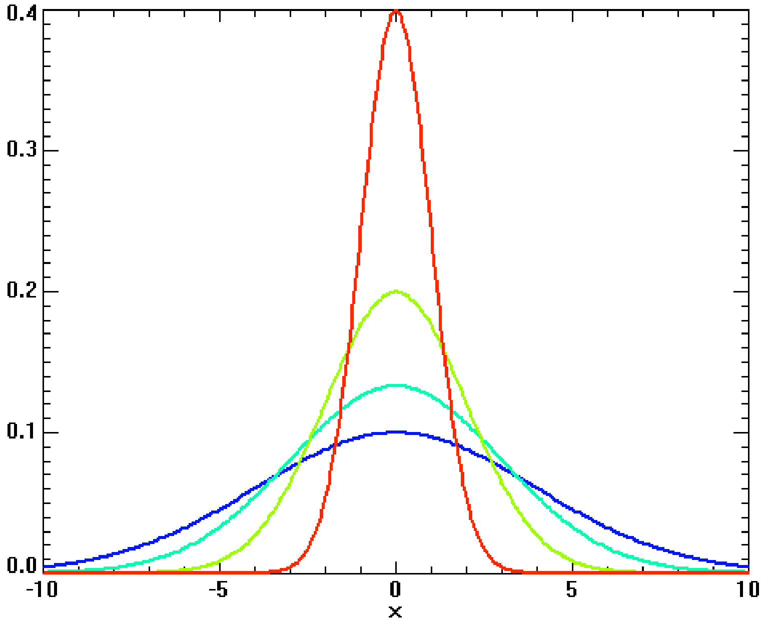


Illustration 3: Exemple de courbe de Gauss

Ainsi la loi s'adapte à chaque joueur car elle prend en compte les possibles déviances de tir de ce dernier et son niveau ; plus le joueur sera fort, plus sa courbe de Gauss sera resserrée.

Pour adapter la loi normale à notre problème, nous avons dû modifier la loi de densité. En effet, la loi normale va nous permettre de déterminer la probabilité que le joueur réussisse à toucher une zone en fonction de la zone visée.

Tout d'abord, nous avons choisi de représenter la courbe de Gauss en 3 dimensions puisque cette dernière dépendra de 2 coordonnées :

- D'un rayon R qui permettra de représenter le rayon du point visé par rapport au centre de la cible.
- D'un angle θ qui lui, représentera l'angle du point visé par rapport au centre de la cible.

Or comme dit précédemment, nous cherchons la probabilité de toucher une zone, sachant que l'on vise un point précis. Pour cela, nous avons dû changer de base et donc chercher à exprimer de nouvelles coordonnées R' et θ' en fonction de R et θ ;

- R' représente la distance entre le point visé, qui est le barycentre de la zone visée, et le point finalement touché.

En combinant formules de Al-Kashi et les formules trigonométriques on obtient :

$$r' = \sqrt{r(A)^2 + r^2 - 2ra \times rcos(\theta - \theta(A))}$$

où A représente le point visé.

- θ' représente lui l'angle entre le point visé et le point finalement touché.

  De même que pour R', on obtient :

$$\theta' = arcos(\frac{r - r(A)cos(\theta - \theta(A))}{r'}) - \theta$$

Grâce à ce changement de coordonnées, le centre de notre repère n'est plus le centre de la cible mais le point visé. Cela nous permet d'utiliser nos probabilité conditionnelle (« probabilité de toucher une zone de la cible sachant que l'on vise une zone »).

Finalement, notre loi de densité devient :

$$p(r'; \theta') = \frac{1}{2\pi\sigma(r')\sigma(\theta')} \times e^{-\frac{1}{2}} \times \left[\left(\frac{r'-\mu(r')}{\sigma(r')}\right)^2 + \left(\frac{\theta'-\mu(\theta')}{\sigma(\theta')}\right)^2\right]$$

Cette formule nous donne la probabilité d'un point. Cependant, nous cherchons la probabilité d'une zone de la cible. Pour obtenir cette probabilité de la zone, il faut donc faire une intégrale double de la formule donnant la loi de probabilité (une intégrale par rapport au rayon, l'autre par rapport à l'angle). Pour faciliter nos calculs, nous nous prenons pas en compte la tendance d'un joueur à dévier son tir. Ainsi, il faudra intégrer notre formule entre les bornes qui délimitent la zone de la cible. Or, nous ne pouvons pas calculer de telles intégrales à la main. Pour palier ce problème, nous avons trouvé deux méthodes :

- La première méthode est de trouver les valeurs de cette loi qui sont recensés dans des tables déjà existantes.

- La deuxième méthode est celle de calculer l'aire sous la courbe de Gauss en utilisant des trapèzes qui approximent l'allure de la courbe de Gauss.

C’est cette seconde méthode que nous avons choisie de réaliser grâce à un programme informatique.

```
procedure trapeze (zone, r, t: tab;ra1, ra2, ta: Real;i : Integer; ox, mx : Real; var integrale : tab3) ;

var nbtrapeze, g : Integer;
    x, z, pas,a1,a2 : Real;

begin
//procedure qui calcule les bornes a1 et a2
borne (i,ra1, ra2, ta,zone, r, t,a1, a2);

nbtrapeze := 30000;

if ((nbtrapeze > 0) and (a1 < a2)) then

    begin
    integrale[i] :=0;

    pas := (a2-a1)/nbtrapeze;

    for g := 1 to nbtrapeze do

        begin
// f, fonction de la loi normale calculée par une procédure
        x := f((a1),ox,mx);
        z:= f((a1+pas),ox,mx);

        integrale[i] := integrale[i] + (pas*(x+z))/2;
        a1:= a1+pas;

        end;
    end;

end;
```

Le but final de notre modélisation est de calculer l’espérance de gain lorsque l’on essai de viser une zone. Cette espérance sera donnée par la formule :

*E= Gain de la zone visée*probabilité conditionnelle de la zone*

Avec « probabilité conditionnelle de la zone » calculée avec la méthode des trapèzes.

En conclusion, nous avons élaboré une modélisation propre à notre problème pour pouvoir calculer l’espérance de gain lorsqu’on vise une zone. Concrètement, combien nous espérons gagner en visant une certaine zone et tout cela en prenant en compte le niveau du joueur. Nous allons à présent présenter la méthode pour évaluer le niveau d’un joueur.

2) Test de niveau

Dans ce modèle, le test de niveau va nous permettre de déterminer les deux paramètres de la loi normale propre au joueur ; μ et σ.

Effectivement, nous demanderons au joueur de viser une zone trois fois. Grâce à ces trois tirs, nous allons pouvoir déterminer le rayon moyen de tir, $\mu(R)$, l’angle moyen de tir, $\mu(\theta)$, ainsi que les écarts-types respectifs. Ses quatre valeurs rentrent en compte dans la formule de la loi de densité.

Voici la procédure qui réalise le test de niveau :

```
procedure testniveaudistance ( var ox,mx : Real);

var i,n : Integer;
    r, rm, ro : Real;

begin

i := 0;
n:= 5;
writeln('Visez le centre de la cible!');
rm:=0;
ro:=0;

for i :=1 to n do
    begin
    repeat
    writeln('Entrer la distance entre le centre et votre flechette');
    readln(r);
    until r>=0;

//calcul la somme des rayons
    rm:= rm+r;
//calcul la somme des rayons au carré
    ro:= ro+SQR(r);
    end;

//Calcul de la moyenne
mx := rm/n;


//Calcul de l'écrat-type
ox := SQRT((1/n)*SQR(rm - mx));

end;
```

c) Comparaison et limites des deux modèles

1) Comparaison des lois de probabilités

La différence entre les deux modèles est bien évidemment que l'un est continu et l'autre est discret. En effet, dans le modèle discret, il faut appliquer différentes méthodes de calcul de probabilité selon le niveau du joueur, et même différentes probabilités sur la cible : la probabilité de toucher un point dans une zone est uniforme dans le viseur et nulle en dehors. En revanche, dans le modèle continu la probabilité est définie pour n'importe quel point de la cible, grâce à la courbe de Gauss qui est définie et continue sur R.

Les deux modèles ne divergent pas seulement dans la loi de probabilité qu'ils suivent, leur précision est aussi différente.

2) Précision et limite du modèle discret

Les précisions des deux modèles découlent bien sûr des lois qu'ils suivent et alors ils sont très différents sur ce point.

Dans le cas du modèle discret, on a une très faible précision, le modèle prend en compte de manière franche le fait que lorsqu'on vise une zone on a plus de chance de toucher la zone qu'on vise. Nous n'avons pas une décroissance continue de la probabilité liée à la distance entre la zone visée et la zone touchée comme on peut avoir avec le modèle continu.

Il est alors évident que ce sur ce point le modèle continu est bien plus précis. De plus, pour le calcul d'espérance, nous aurions dû faire des approximations géométriques des zones de la cibles pour faciliter nos calculs et ainsi nous aurions encore perdu en précision.

Ce sont d'ailleurs ces raisons qui nous ont incitées à trouver un modèle continu avec lequel nous pourrions trouver des formules d'espérance plus simples à appliquer, en effet seul un changement de variable a été nécessaire.

3) Précision et limite du modèle continu

Le modèle continu est celui où le moins d'approximations ont dû être faites, mais il présente également des limites. La loi que le modèle suit est définie et continue sur R, cela veut donc dire qu'on considère une distance entre une zone visée et une zone touchée dans la cible mais aussi en dehors (ce qui était notre objectif). On admet alors le fait que la fléchette pourrait être envoyée à n'importe quelle distance de la cible soit même à 10km à côté, ce qui n'est pas réaliste pour un lancer de fléchettes. La méthode pour déterminer l'écart-type et la moyenne de notre loi Normale est très peu précise, en effet notre test de niveau se base sur seulement 3 lancers ; ce n'est pas assez pour définir le niveau d'un joueur. Il est difficile de demander à un joueur d'effectuer un grand nombre de lancers avant de commencer ; pourtant, pour que notre modèle soit le plus adapté au niveau du joueur, c'est ce qu'il faudrait faire.

On trouve également une limite sur les angles, en effet, la courbe de Gauss donne une probabilité pour un angle de 370° (et plus) or celui-ci correspond aussi sur notre cible à un angle de 10°. Ces deux angles n'ont alors pas la même probabilité. Il y a un problème sur la périodicité de la courbe de Gauss dans le cas des angles.

Une dernière approximation influe sur la précision du modèle, elle a lieu dans notre méthode pour calculer la probabilité d'une zone (double intégrale). En effet, la méthode des trapèzes approche l'aire sous la courbe de Gauss par des petits trapèzes que l'on somme. Pour améliorer la précision du calcul d'aire il faut prendre un grand nombre de trapèzes, or en faisant cela on augmente l'erreur dûe aux arrondis.

IV) La stratégie de jeu

Un joueur plutôt moyen voir mauvais ne sait pas toujours où tirer dans la cible pour marquer le plus de points. C'est pour cela que nous avons élaboré une stratégie de jeu pouvant s'adapter à chaque joueur.

Nous avons décidé de découper la « stratégie de jeu » en deux étapes :

- Dans la première étape, le but du joueur sera de marqué un maximum de points. En effet, le joueur dispose de 301 points donc commencer la stratégie dés le début serait trop long. Au début d'une partie de fléchettes, la stratégie consiste donc uniquement à viser la zone où l'espérance de gain est maximale pour le joueur.
- A partir d'un certain nombre de points, le but est d'atteindre précisément le score de 301.

On cherche à partir de quel score, il faudra donner des instructions plus précises au joueur pour pouvoir terminer la partie. Ce palier dépendra du niveau du joueur et donc de ses espérances de gain pour chaque zone. Nous avons codé un programme permettant d'indiquer la zone où l'espérance est maximale, en fonction du niveau du joueur.

Tant que le score du joueur est inférieur à 3 fois son espérance maximale, on considère qu'il doit continuer à viser la zone correspondant à l'espérance maximale pour augmenter son score. Par exemple, pour un joueur dont l'espérance de gain maximale est égale à 60, son palier sera de 241 points (301 -3*20).

Pour un mauvais joueur, il est préférable qu'il lance sa dernière fléchette sur une zone simple, sachant que nous négligeons la règle qu'il doit terminer la partie par un triple ou un double.

Pour la fin de la partie, nous n'avons pas eu le temps de coder un programme. Toutefois, en fonction du nombre de points qu'il reste à atteindre, on peut déterminer le nombre de méthodes possibles pour atteindre le score exacte et ainsi comparer les espérances pour chacune de ces méthodes. On conseillera donc au joueur de viser la zone où l'espérance est maximale.

V) Difficultés rencontrées et organisation du groupe

a) Difficultés rencontrées

Tout au long de ce projet, nous avons été confrontées à différents problèmes.

Tout d'abord, il a été compliqué pour nous de cerner le sujet. Effectivement, l'énoncé du projet était vaste et nous avons eu du mal à définir tous les aspects à prendre en compte dans la modélisation du problème. De plus, nous ne savions pas à partir de quoi partir pour commencer à travailler sur ce sujet et nous n'avions pas d'idées claires sur ce à quoi pourrait ressembler la modélisation à fournir.

Finalement, le premier gros travail de ce projet a été de trouver une loi adaptée à ce problème. Dés le départ, nous pensions qu'il fallait trouver une loi de probabilité unique à ce projet. Notre première idée (modèle discret) était la plus intuitive. En effet, il semble évident de probabiliser une cible de fléchette grâce aux surfaces des zones par rapport à la cible. Nous avons longtemps cherché à améliorer ce modèle car nous savions que de nombreuses approximations étaient faites et qui se détachait de la réalité. Avec les conseils du professeur, nous avons au final décidé de trouver une loi de probabilité déjà existante mais pouvant s'adapter à notre situation. Cependant, il a été difficile de travailler sur ce second modèle car nous étions encore bloqué sur les idées du premier modèle, particulièrement le viseur, qui ne s'adaptaient pas dutout à ce nouveau modèle. Ainsi, nous avons pris plusieurs semaines à nous détacher du premier modèle et donc à différencier complètement nos deux modélisations.

L'une des autres difficultés à laquelle nous étions confrontés était la réalisation des méthodes mathématiques ou des calculs que nous ne savions pas résoudre. Notre modèle devait être le plus précis possible, tout en étant capable de résoudre les calculs. Par exemple, dans le premier modèle, lorsque l'on a dû calculer l'aire des zones comprises entre le viseur et la cible, nous ne savions pas comment nous y prendre. Cela a d'ailleurs été l'une des raisons qui nous a poussées à changer de modèle. Ainsi, il nous a fallu faire de nombreuses recherches pour trouver une méthode pouvant correspondre à nos attentes mais que nous étions également capable de réaliser.

b) Organisation du groupe

Au début du projet, lorsque nous cherchions la loi adaptée à notre sujet, il a été difficile de se repartir les tâches. Effectivement, nous avons passé plusieurs semaines à définir le bon modèle et ce travail ne pouvait être fait qu'en groupe pour que chacune d'entre nous comprenne le modèle et apporte ses idées/connaissances. Ainsi chaque semaine, nous organisions un rendez-vous pour pouvoir discuter sur le projet. C'est à la suite de cette séance de travail, que la chef de projet écrivait le rapport hebdomadaire.

Une fois notre modèle choisi, nous nous sommes réparties le travail car il ne restait plus que 2/3 semaines avant la fin du projet. Nous avons divisé le travail en trois groupes de deux personnes : un groupe réfléchissait aux changements de variables (R' et θ'), un autre sur le programme informatique que nous devions réaliser et le dernier commençait le rapport du projet. En revanche, nous n'avons pas eu le temps d'approfondir la stratégie adaptée. Finalement une fois que le travail a été réparti, il a été difficile de s'informer sur la tâche qu'effectuait chaque groupe.

Conclusion

Grâce à ce projet, nous avons élaboré une modélisation mathématiques sur un sujet réaliste qui à première vue semblait éloigné du monde des mathématiques.

Nous avons longtemps cherché une modélisation qui pouvait se rapprocher au plus de la réalité. Après de nombreuses semaines, nous nous sommes rendu compte que finalement notre première idée de modélisation n'était pas réalisable avec nos compétences et trop éloigné de la réalité. Il a alors fallu oublier ce dernier modèle et réfléchir sur une nouvelle modélisation. Cela nous aura appris qu'il n'est pas toujours possible de mener à terme ses idées et qu'il est alors important de s'ouvrir à d'autres recherches.

De plus, l'une des caractéristique de cette matière « projet mathématiques » a été le travail en groupe, qui pour nous toutes était l'une des premières fois. Effectivement, nous n'avions pas pour habitude de travailler à 6 sur des mathématiques. Travailler en groupe nous a permis d'avoir plus d'idées car chacune pouvait apporter ses propres connaissances ou recherches. Parfois, les points de vues divergeaient, il fallait alors trouver des compromis pour satisfaire l'ensemble du groupe. Finalement, ce travail en groupe nous a permis d'apprendre à travailler en équipe ce qui est important dans notre formation ainsi que dans notre futur métier d'ingénieur.

A travers ce projet, nous avons également appris à mener un travail sur du long terme ce qui n'était pas courant pour nous.

En conclusion, ce projet mathématique a été pour nous toutes très enrichissant car il nous a permis de comprendre que de nombreux phénomènes de la vie courante pouvait être modélisé par des mathématiques. Nous avons également gagné en autonomie car nous ne pouvions pas nous reposer sur un professeur pour trouver toutes nos réponses. Le projet a été mené par tout le groupe et nous sommes fier d'avoir pu travailler dans de bonnes conditions.

Bibliographie

- https://www.supreme.fr/conseils/conseils-flechettes/informations-flechettes
- http://gerin.perso.math.cnrs.fr/Enseignements/chapitre-loinormale.pdf?fbclid=IwAR3CcZYyhflEqmEC33B_PVffSJ4vgQmBCBWQLchpfEzsQD5Cc-2FZtiX2Sw
- http://villemin.gerard.free.fr/GeomLAV/Triangle/Calcul/RelQuel.htm?fbclid=IwAR1P7v6gMGRWsmnqIptOJ58PrwjiU2_TVTRmi-b89yWA3L88y66JHwhhZxU
- http://www.astro.ulg.ac.be/cours/magain/STAT/Stat_Main_Fr/Chapitre5.html

Crédits d'illustration

- https://st3.depositphotos.com/1269954/16246/v/1600/depositphotos_162467364-stock-illustration-cartoon-image-of-dart-board.jpg
- https://www.google.fr/searchq=courbe+loi+normale&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiI1YD3kovfAhUSyYUKHcOWAfgQ_AUIDigB&biw=1366&bih=577#imgrc=Ick7MmBTtdrOcM: