Présentation de l'activité : **Bataille navale polaire**

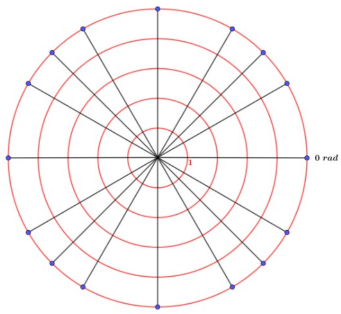
Le texte ci-après est une adaptation du cartésien vers le polaire de la séquence "bataille navale"
et du texte explicatif proposé dans le manuel de 5ème "Des maths ensemble et pour chacun".

Bataille navale polaire

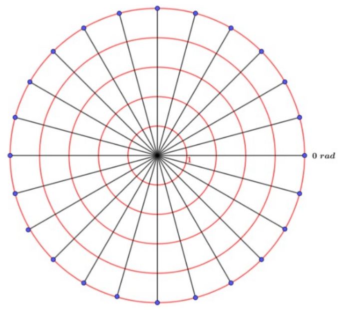
Nous proposons aux élèves une bataille navale polaire et distribuons deux “plateaux” par élève, un pour leurs propres bateaux et un pour la recherche de ceux du professeur.
Chacun colle ses deux plateaux sur son cahier sous le titre “bataille navale polaire”.
Nous projetons un plateau pour présenter les règles.

Présentation des règles du jeu

Chaque élève et le professeur placent cinq bateaux (cinq points) sur des points d'intersection de sa grille.
La classe joue contre le professeur.
Les élèves travaillent en équipe, idéalement en binôme (L'un tire, l'autre place l'impact au tableau) même si chaque élève a ses propres bateaux.
Quand le professeur joue, il tire sur toutes les équipes en même temps (voir procédures de tir plus tard).
Le professeur commence, puis la première équipe tire, puis le professeur tire, puis la deuxième équipe ...
Pour gagner, la classe doit trouver les cinq bateaux du professeur.
Pour gagner, le professeur doit toucher la moitié des bateaux de la classe.



Grille "classique"



Grille en douzièmes

Préparation au jeu

Sur la grille projetée au tableau, nous marquons le point de coordonnées polaires $\left[3\ ;\ \frac{\pi}{6}\right]$ et demandons :

“si vous tirez à cet endroit-là, qu'allez-vous dire ? ”

Travail individuel puis plénière durant laquelle on fixe la convention d'écriture et le vocabulaire ; nous précisons les unités (pas de un pour le module et arguments en radians, sur $[0\ ;\ 2\pi[$ ou $]-\pi\ ;\ \pi]$).
“les mathématiciens disent que ce point a pour coordonnées polaires $\left[3\ ;\ \frac{\pi}{6}\right]$ et non pas $\left[\frac{\pi}{6}\ ;\ 3\right]$.
La première coordonnée est le module, la deuxième, un argument à 2π près, (modulo 2π).”
Ce vocabulaire va s'installer en acte parce qu'il va être beaucoup pratiqué au cours du jeu.

Nous annonçons que le jeu ne commencera que quand ils sauront bien tirer.

Nous stabilisons d'abord le repérage dans le “premier quart” de plan. Ensuite, nous plaçons un point dans chaque quart de plan et demandons leurs coordonnées polaires.
Travail individuel très bref puis plénière.
Nous recommençons si nécessaire et, quand les élèves sont “à peu près” au point, nous commençons.

Déroulement du jeu

À chaque coup, le premier élève de l'équipe donne à l'oral une position pour l'impact et le second la note au tableau puis la place sur la grille projetée. En cas de non concordance, le tir est invalidé.

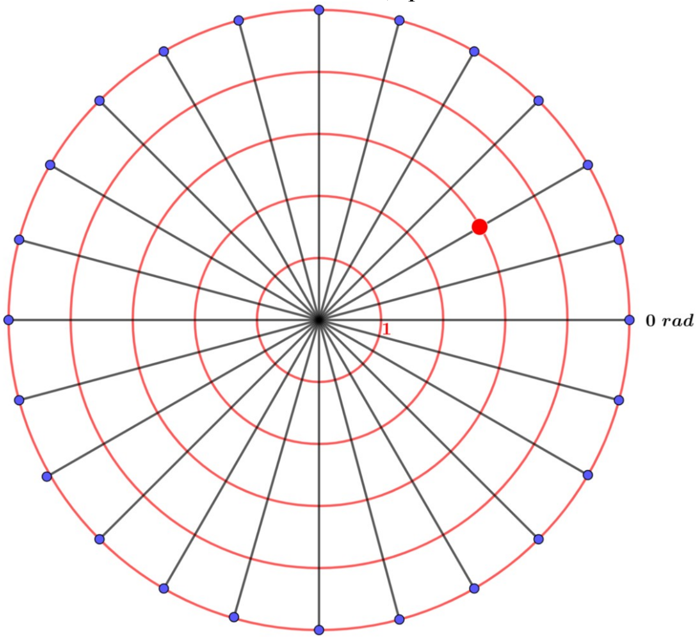
Nous attendons que les élèves disent, par exemple : “je tire sur le point de module 3 et d'argument $\frac{\pi}{12}$”.

Pour accélérer le jeu, nous autorisons, pour les élèves et nous, deux “tir en rafale”, (deux à répartir entre les groupes), sur tous les bateaux situés sur le cercle d'un module cité, ou tous les bateaux situés sur la demi-droite d'un argument cité.
Nous dirons par ailleurs qu'un de nos bateaux est “en vue”, quand le tir de l'élève tombe à une arête près de notre position. (y penser lors d'un tir en rafale). Cette information doit permettre une stratégie collective efficace pour les élèves.

document projeté aux élèves pour présenter le jeu puis jouer (3 pages)

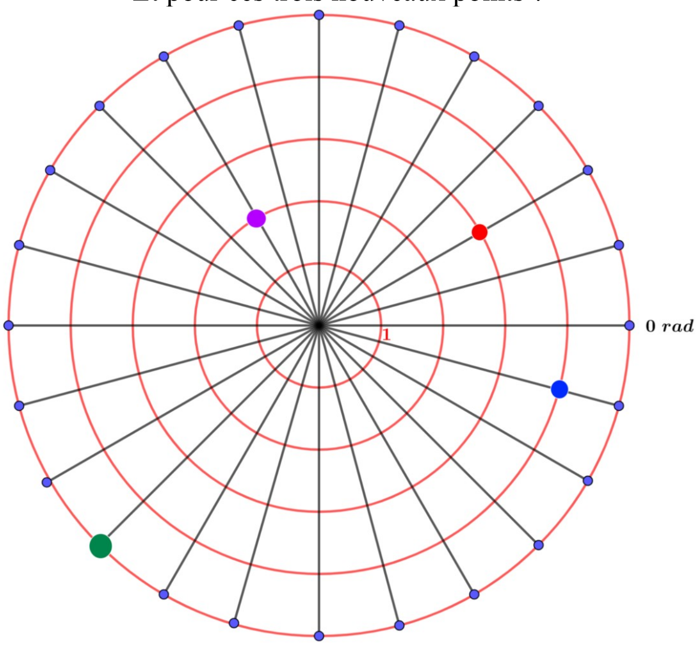
Si vous tirez à cet endroit-là, qu'allez-vous dire ?

Vos propositions



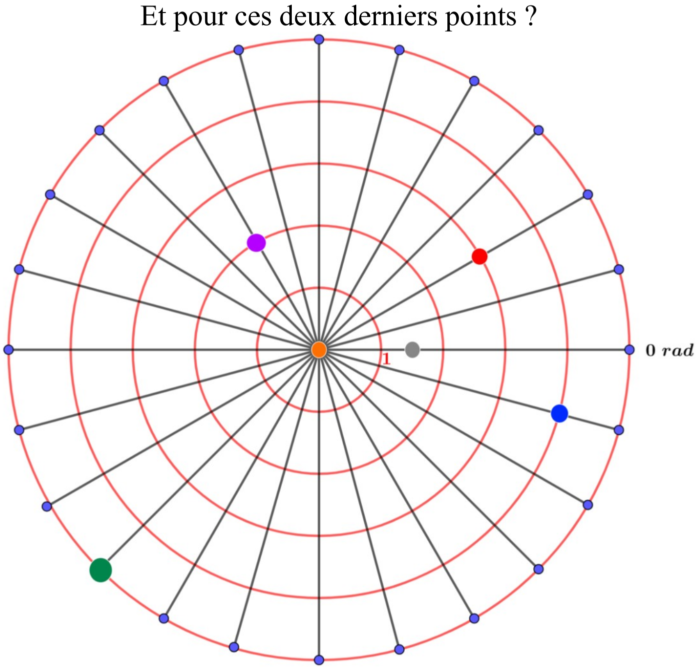
Et pour ces trois nouveaux points ?

Vos propositions



Et pour ces deux derniers points ?

Vos propositions



Rassurez vous, nous allons jouer avec une grille "classique".

Déroulement du jeu

Règles spéciales :

R1 : "tir en rafale argument", (un seul pour l'ensemble des groupes et un seul pour le professeur).
Tir sur tous les bateaux situés sur la demi-droite d'un argument cité.

R2 : "tir en rafale module", (un seul pour l'ensemble des groupes et un seul pour le professeur).
Tir sur tous les bateaux situés sur le cercle du module cité.

L'attaqué dira par ailleurs qu'un de ses bateaux est "**en vue**", quand le tir de l'attaquant tombe à une arête près de la position d'un des bateaux.

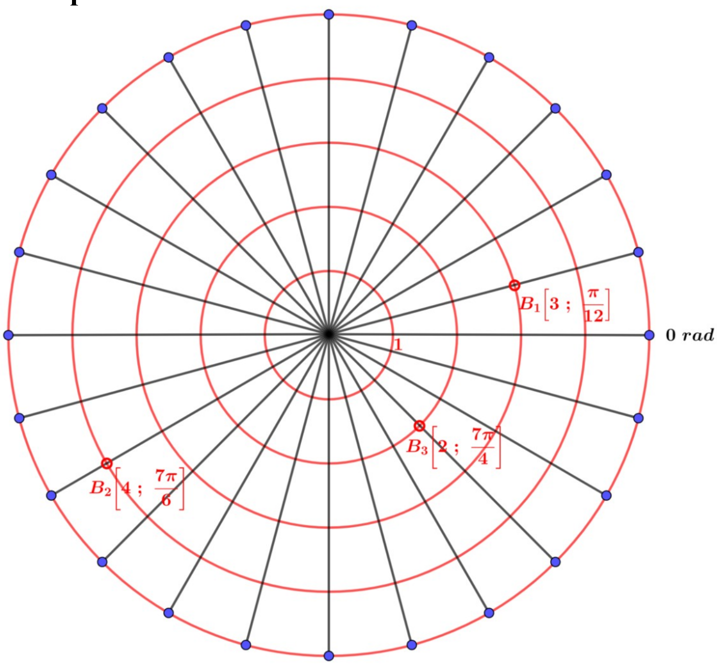
Quelques exemples

le bateau B_1 a pour coordonnées polaires $\left[3\ ;\ \dfrac{\pi}{12}\right]$;

le module du bateau B_2 est 4 ;

un argument du bateau B_3 est $\dfrac{7\pi}{4}$ rad ;

un autre argument du bateau B_3 est $-\dfrac{\pi}{4}$ rad.

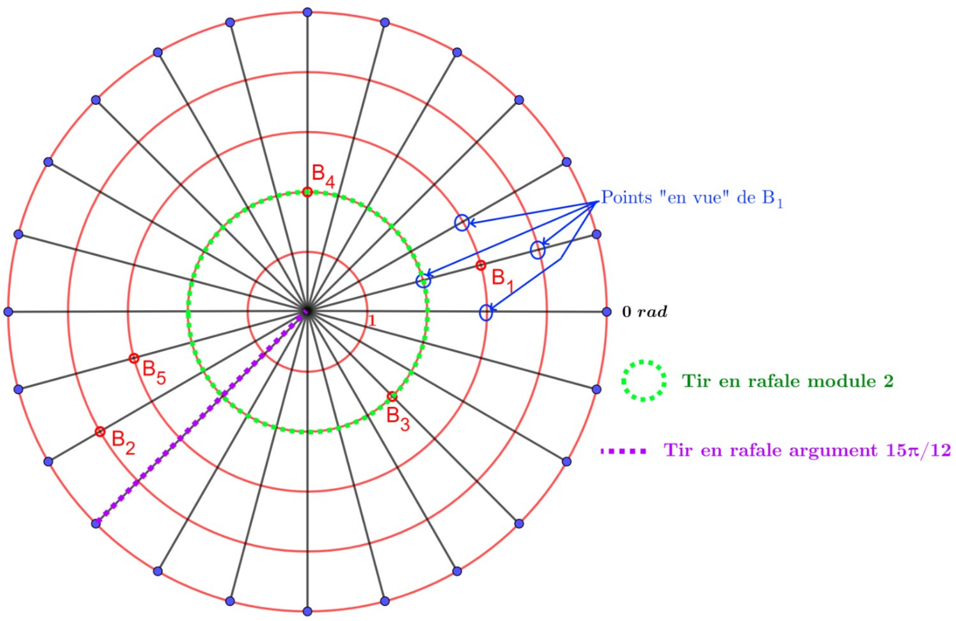


Dans la situation ci-dessous :

si un élève propose un tir sur un des quatre points entourés autour du bateau B_1 du professeur, ce dernier doit signaler "en vue" ;

si le professeur propose un tir en rafale de module 2, alors les bateaux B_3 et B_4 sont coulés.

si un attaquant propose un tir en rafale d'argument $\dfrac{15\pi}{12}$, alors l'attaqué doit signaler "en vue", sans préciser que c'est par rapport au bateau B_2.



Analyse séance TSTI2D

Nous pensons que proposer la grille en $\pi/12$ rajoute une complexité inutile ici. L'utilisation de la grille simple aurait permis de mieux faire le lien avec les angles déjà étudiés.
La grille en $\pi/12$ a tout de même permis de révéler des problèmes plus profonds de lecture et de simplification.
Nous avons constaté des difficultés à simplifier les fractions proposées.
Il a ainsi fallu faire une parenthèse en proposant de simplifier $2\pi/12$ (en $\pi/6$).

À refaire, proposer la grille simple pour l'apprentissage du jeu suffit.

Nous avons été surpris que les élèves proposent tout de suite un argument en radians. Cela est (peut-être) dû à la présence de « rad » sur notre document de préparation. Dans le contexte de découverte de la notion (pour les premières STI2D ou les terminales « maths expertes »), il nous paraîtrait plus judicieux de rien inscrire pour mieux alimenter le débat autour du vocabulaire des angles.

La partie a été écourtée car le temps de préparation s'est étiré, essentiellement en raison de difficultés imprévues, (repérage d'un point et simplification des fractions en particulier).
En proposant les premiers exemples sur la grille simple, nous pensons que la gestion du temps sera plus optimale.
Nous avons également pensé à faire le jeu sur deux séances consécutives ou proches :
une de préparation suivie d'une de jeu.

Quelques semaines plus tard, l'exercice de bac sur les nombres complexes et les probabilité, (sujet métropole juin 2017, exercice 3 Partie A (impacts de foudre)) a été proposé à ces élèves.

J'aimerai vous dire que « tout était en place », (notions, vocabulaire, notation), mais seul un élève s'est souvenu instantanément de la bataille navale polaire. Les autres ont alors suivi. Mais, « caramba, (presque) tout semblait être à recommencer ».

Analyse séance Terminale (Maths expertes)

La grille proposée a été celle en $\pi/6$. Les élèves se sont pris au jeu et l'activité a très bien marché. L'activité a duré tout de même près de 45 minutes. Les élèves ont fait peu d'erreurs et l'activité a permis aux élèves de réinvestir le repérage polaire de façon ludique.

Analyse séance 1ère (spécialité maths)

La grille proposée a été celle en $\pi/6$.
L'activité a été adaptée pour être proposée aux élèves de première (spécialité maths) en fin d'année. Il était demandé aux élèves de donner les coordonnées polaires des impacts, et non plus le module et un argument du point.
Là encore, l'activité a très fonctionné, les élèves se sont pris au jeu et peu d'erreurs ont été faites.
Les élèves ont demandé leur revanche pour la séance suivante et ont travaillé une stratégie de groupe qui leur a permis de gagner la seconde partie. Ils ont bien compris l'intérêt de l'information « en vue » et ont planifié les impacts pour trouver plus rapidement les bateaux du professeur. Le jeu a perdu alors un peu de son charme car tout était planifié à l'avance pour chaque élève de chaque équipe mais c'était intéressant d'un point de vue mathématique. Nous avons alors fait le parallèle avec les algorithmes de balayage et de dichotomie.

Quelques commentaires d'élèves de 1ère (spécialité maths) :

Julien : « Jeu intéressant qui permet à la fois d'apprendre et de s'amuser »
Antoine : « C'était génial, on s'est bien amusé »
Laureen : « Jeu très intéressant et faisant réfléchir sur des stratégies ; jeu très pédagogique permettant de retenir le cercle trigonométrique »
Titouan : « Super cool !! Permet d'apprendre ludiquement »
Cléo : « 5*. Jeu intéressant, collectif. Les bonus rendent le jeu encore plus ludique. Suspens jusqu'à la fin »
Clément : « Jeu agréable, stimulant et demandant une cohésion d'équipe. C'est très plaisant et je le recommande pour apprendre le cercle trigonométrique de manière ludique
Elias : « Très bon jeu, fait réfléchir tout en s'amusant, développe l'esprit d'équipe et la cohésion »

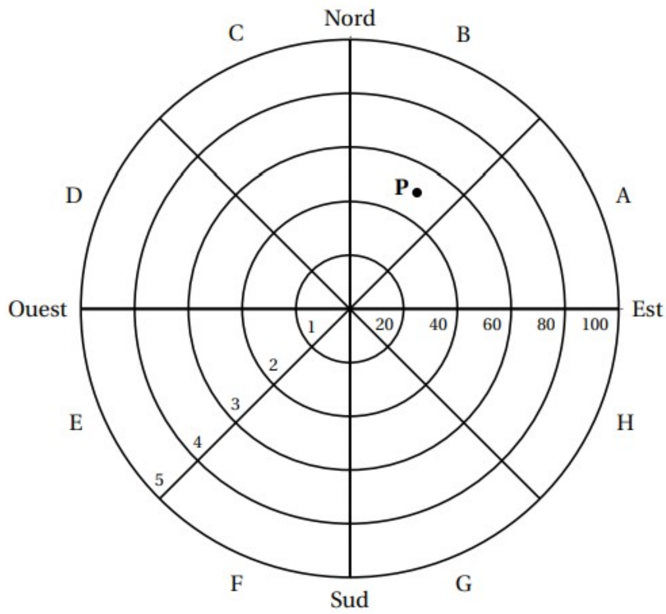
Sujet TS Métropole juin 2017 exercice 3 partie A

Dans une vaste plaine, un réseau de capteurs permet de détecter la foudre et de produire une image des phénomènes orageux.

Ces données servent en particulier aux services météorologiques pour améliorer leurs prévisions et pour permettre des interventions plus rapides sur les lieux, notamment en cas d'incendie.

Le but de l'exercice est d'étudier les impacts de foudre détectés par un capteur.

L'écran radar, sur lequel les points d'impact de foudre sont observés, a l'allure ci-contre :



Le capteur de foudre étant représenté par le centre de l'écran, cinq cercles concentriques correspondant aux rayons respectifs 20, 40, 60, 80 et 100 kilomètres délimitent dans l'ordre cinq zones, numérotées de 1 à 5, définies par leur distance au capteur.
De plus, huit segments partant du capteur délimitent huit portions, de même ouverture angulaire, nommées dans le sens trigonométrique de A à H.
L'écran est ainsi partagé en quarante secteurs dénommés par une lettre et un nombre entre 1 et 5.
Par exemple, le point P positionné sur la figure est situé dans le secteur B3.
On assimile l'écran radar à une partie du plan complexe en définissant un repère orthonormé $(\text{O} ; \vec{u} ; \vec{v})$ de la manière suivante :

- l'origine O marque la position du capteur ;
- l'axe des abscisses est orienté d'Ouest en Est ;
- l'axe des ordonnées est orienté du Sud au Nord ;
- l'unité choisie est le kilomètre.

Dans la suite, un point de l'écran radar est associé à un point d'affixe z.

Partie A

1. On note z_P l'affixe du point P situé dans le secteur B3 sur le graphique précédent. On appelle r le module de z_P et θ son argument dans l'intervalle$]-\pi ; \pi]$. Parmi les quatre propositions suivantes, déterminer la seule qui propose un encadrement correct pour r et pour θ (aucune justification n'est demandée) :

Proposition A	**Proposition B**	**Proposition C**	**Proposition D**
$40 < r < 60$ et $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$	$20 < r < 40$ et $\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{3\pi}{4}$	$40 < r < 60$ et $\frac{\pi}{4} < \theta < \frac{\pi}{2}$	$0 < r < 60$ et $-\frac{\pi}{2} < \theta < -\frac{\pi}{4}$

2. Un impact de foudre est matérialisé sur l'écran en un point d'affixe z.
Dans chacun des deux cas suivants, déterminer le secteur auquel ce point appartient :

(a) $z = 70\mathrm{e}^{-i\frac{\pi}{3}}$

(b) $z = -45\sqrt{3} + 45i$