

NOM :

PRÉNOM :

CLASSE :

Le sujet est à rendre avec la copie

THÈME : LE SPORT

La technologie pour analyser les performances des footballeurs

Pour la Fifa, Kylian Mbappé n'a été « flashé » qu'à 32,4 km/h

Lors du match France-Argentine de la Coupe du monde 2018, l'accélération de Kylian Mbappé sur l'action ayant amené le penalty* transformé par Antoine Griezmann a été annoncée par certains médias avec une valeur surestimée.

Selon le résumé statistique de la rencontre fourni par la Fédération internationale, Kylian Mbappé a bien été l'attaquant le plus rapide des Bleus, mais avec une vitesse maximale déjà phénoménale de 32,4 km/h !

*Penalty : un joueur placé directement face à la cage du but et du gardien adverse frappe le ballon au sol (coup de pied arrêté).

D'après : Édition du Parisien du 5 juillet 2018

Document 1. Performances de Kylian Mbappé pendant le match France-Argentine

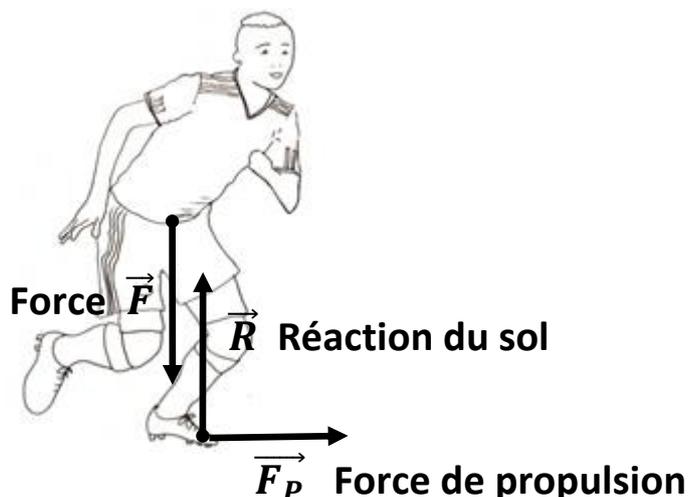
- 1.a – Durée totale du match : 97 min
- Distance totale parcourue au cours du match : 7632 m
 - Vitesse maximale atteinte au cours du match : 32,4 km/h
 - Répartition de la distance parcourue et la durée passée en fonction de la vitesse

1.b

	à des vitesses entre 0 et 7 km/h	à des vitesses entre 7 et 15 km/h	à des vitesses entre 15 et 20 km/h	à des vitesses entre 20 et 25 km/h	à des vitesses supérieures à 25 km/h
Durée passée (exprimée en pourcentage de la durée totale du match)	81%	14%	3%	1%	1%
Distance parcourue	4050 m	2177 m	660 m	422 m	323 m

D'après <https://resources.fifa.com>

Document 2. Représentation simplifiée des forces qui s'exercent sur un joueur lors de la phase d'accélération d'un sprint



Données :

- masse approximative de Kylian Mbappé lors du match : 72 kg ;
- intensité de la pesanteur terrestre : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

Questions

Les performances de Kylian Mbappé.

Q1. (2 points) Cocher les bonnes réponses (une seule réponse juste pour chaque question) :

- a)** Lors de la phase d'accélération d'un sprint :
- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Les forces qui s'exercent sur un joueur se compensent | <input type="checkbox"/> Le joueur a un mouvement rectiligne uniforme |
| <input type="checkbox"/> Le joueur a une vitesse constante | <input type="checkbox"/> Les forces qui s'exercent sur un joueur ne se compensent pas |
- b)** Lors de la phase d'accélération d'un sprint, la force \vec{F} dirigée vers le bas sur le document 2 s'appelle :
- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> La force de frottement | <input type="checkbox"/> La réaction de la Terre |
| <input type="checkbox"/> Le poids du joueur | <input type="checkbox"/> La force de persuasion |
- c)** Le poids de Kylian Mbappé a une valeur d'environ :
- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 72 kg | <input type="checkbox"/> 72 N |
| <input type="checkbox"/> $7,1 \times 10^2$ N | <input type="checkbox"/> $7,1 \times 10^2$ kg |
- d)** Kylian Mbappé court à une vitesse supérieure à 15 km/h pendant une durée d'environ :
- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 2 min | <input type="checkbox"/> 5 min |
| <input type="checkbox"/> 79 min | <input type="checkbox"/> 97 min |

Q2.a (0,5 point) Montrer qu'exprimée en m/s la vitesse maximale atteinte par Kylian Mbappé est de 9,00 m/s.

Q2.b (1 point) À l'aide du document 1.a, calculer la valeur de la vitesse moyenne de Kylian Mbappé au cours du match France-Argentine en km/h.

Q2.c (0,5 point) À l'aide de données du document 1.b, expliquer pourquoi la valeur de la vitesse moyenne obtenue est très différente de la vitesse maximale de 32,4 km/h.

Q3. (0,5 point) Lors de la phase d'accélération d'un sprint, la vitesse augmente donc l'énergie cinétique augmente également. Parmi les forces représentées sur le document 2, citer celle qui est responsable de l'augmentation de l'énergie cinétique.

Un joueur argentin provoque la chute de Kylian Mbappé lorsqu'il a atteint sa vitesse maximale. Cette faute a permis à l'équipe de France d'obtenir un penalty.

Q4. (1 point) Calculer la valeur de l'énergie cinétique de Kylian Mbappé au moment de sa chute.

Q5. (1,5 point) Antoine Griezmann a tiré le penalty en donnant au ballon une trajectoire rectiligne à ras de terre depuis le point de penalty jusqu'au coin gauche de la cage du gardien argentin (image ci-dessous).

a. Sur votre copie, dessiner la trajectoire du centre du ballon observée par une caméra suspendue au-dessus du terrain.



b. Sur un autre schéma, dessiner la trajectoire du centre du ballon observée par un spectateur situé à côté du terrain, au point A, avec le tireur sur sa gauche et le but sur sa droite.

X A

c. On considère qu'au cours de son mouvement, le ballon roule sur le sol. Sur le schéma précédent, dessiner la trajectoire d'un point de la surface du ballon observée par le spectateur situé au point A.

Comment les performances des joueurs sont-elles mesurées ?

Certains stades sont équipés de dispositifs de suivi optique qui permettent de mesurer les vitesses atteintes par les joueurs. Une caméra placée au centre du terrain filme le match et permet d'enregistrer la position de chaque joueur image par image.

La précision des mesures réalisées dépend du nombre d'images par seconde prises par la caméra.

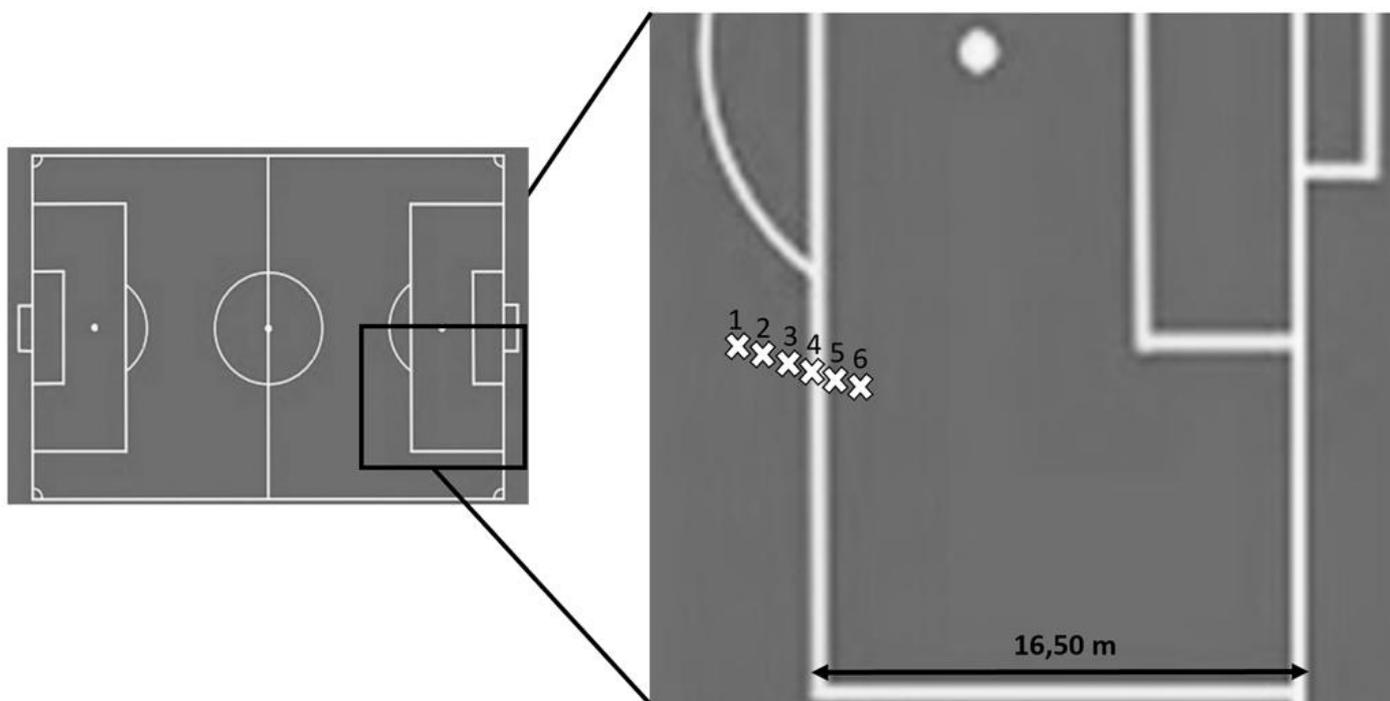


<https://football-technology.fifa.com/fr/media-tiles/epts/>

Les dispositifs actuels utilisent des fréquences de prises d'images de 10 images par seconde, 20 images par seconde ou 40 images par seconde.

Document 3. Simulation du suivi optique de Kylian Mbappé lorsqu'il a été flashé à 32,4 km/h

Les points 1 à 6 repèrent les positions successives de Kylian Mbappé image par image.

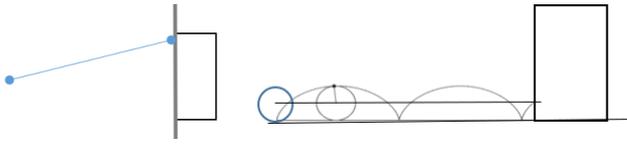


Q6. (0,5 point) Justifier, à partir du document 3, que la vitesse du joueur est constante entre les positions 1 et 6.

Q7. (2,5 points) Parmi les caméras suivantes, indiquer celle qui a été utilisée pour le suivi optique décrit dans le document 3.

	Caméra 1	Caméra 2	Caméra 3
Fréquence	10 images par seconde	20 images par seconde	40 images par seconde

L'élève est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie et les étapes de résolution sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Des calculs sont nécessaires.

Question	Tâche	Niveau difficulté	Compétence évaluée	Réponse attendue	Évaluation- Notation			
Q1	Simple	1 et 2	S'APPROPRIER RÉALISER	a : D'après le bilan des forces du document 2, celles-ci ne se compensent pas, le joueur a un mouvement rectiligne accéléré. b : Le poids du joueur c : $P = m \times g = 72 \text{ N} \times 9,8 \text{ N/kg} = 7,1 \times 10^2 \text{ N}$ d : $97 \times (3+1+1)\% = 5 \text{ min}$	2			
Q2 a.	Simple	1	REALISER	La vitesse maximale atteinte est $v = 32,4 \text{ km/h}$. Pour convertir en m/s, on divise par 3,6 : $v = 32,4 / 3,6 = 9,00 \text{ m/s}$	0,5			
Q2 b.	Simple	2	RÉALISER	D'après le document 1 Mbappé a passé 97 min sur le terrain et a parcouru 7632 m : $7632 \text{ m} / 97 \text{ min} = 79 \text{ m/min} \Leftrightarrow 4,7 \text{ km/h}$	1			
Q2 c.	Simple	2	ANALYSER	Le résultat précédent est en accord avec les statistiques de Mbappé car il passe une très grande partie du match à une vitesse entre 0 et 7 km/h (81%).	0,5			
Q3.	Simple	1	ANALYSER	Cette variation d'énergie cinétique est due à la force de propulsion.	0,5			
Q4	Simple	1	RÉALISER	$E_c = \frac{1}{2} \times m v^2 = \frac{1}{2} \times 72 \times 9,00^2 = 2,9 \times 10^3 \text{ J}$	1			
Q5	Simple	2	ANALYSER - RÉALISER	 <p>Q5a vue de dessus : Q5b vue de côté : Q5c : composition d'une translation et d'une rotation</p>	1,5			
Q6	Simple	2	ANALYSER	La distance qui sépare 2 points successifs est constante et le temps qui sépare 2 points successifs est constant. La vitesse est donc constante.	0,5			
Q7	Complexe	4	Évaluation des compétences A : Les critères choisis apparaissent dans leur totalité. B : Les critères choisis apparaissent partiellement. C : Les critères choisis apparaissent de manière insuffisante. D : Les critères choisis ne sont pas présents		Niveau de maîtrise			
			ANALYSER	L'élève compare la fréquence des prises de données par la caméra avec le nombre de positions prises par seconde sur la simulation	A	B	C	D
			RÉALISER	En utilisant la simulation, l'élève mesure la distance entre deux positions de Mbappé. L'élève utilise l'échelle donnée sur le schéma.				
			VALIDER	L'élève compare la valeur obtenue avec les fréquences possibles de suivi optique.				
			COMMUNIQUER	L'élève décrit clairement sa démarche. Les calculs sont présentés clairement. Les schémas présentés sont pertinents.				
				Majorité de A → 3	Majorité de B → 2	Majorité de C → 1	Notation : Majorité de D → 0	2,5

Exemple de réponse à la tâche complexe (Q6)

- La distance parcourue entre les positions 1 et 6 est de 1,6 cm sur la simulation.
- La distance entre deux positions successives est donc de 0,32 cm

- A l'aide de l'échelle, on ramène cette distance à la distance réelle de 0,9 m
- Or la vitesse de Mbappé à ce moment-là est de 9 m/s. Deux positions successives sont donc prises par la caméra avec un intervalle de $0,9/9 = 0,1$ s.
- La fréquence de prises d'image est donc de $1/0,1 = 10$ images par seconde.