

## PHYSIQUE – CHIMIE - Durée de l'épreuve : 30 min – 25 points

Toute réponse, même incomplète, montrant la démarche de recherche du candidat sera prise en compte dans la notation.



D'après J.E.E/SIPA 20min/sport

En 2019, la France organise la coupe du monde de football féminin. À cette occasion, les fabricants de matériel sportif mettent en avant des chaussures de football à la fois légères et performantes dédiées spécifiquement aux femmes. Ces innovations sont permises par la recherche en science des matériaux et répondent aux exigences toujours plus grandes des sportifs.

### Document 1 : les chaussures de football en PEBA

Bon nombre de joueuses professionnelles utilisent des chaussures de football en PEBA ou PolyEster Block Amide. Ce matériau peu dense permet d'obtenir des chaussures qui sont 20 % plus légères. Qu'il fasse chaud ou froid, sur terrain enneigé ou sec, le PEBA reste stable. De plus, la semelle peut se plier un million de fois sans se dégrader grâce à l'élasticité exceptionnel du PEBA, c'est-à-dire à sa capacité emmagasiner et à restituer l'énergie comme le ferait un ressort. Cela procure une sensation de dynamisme et d'adhérence au terrain, ainsi qu'un toucher de balle exceptionnel.

D'après www.pebaxpowered.com

### Document 2 : De l'huile de ricin au PEBA



Plan de ricin (wikipedia)

L'huile de ricin, issue de grains de ricin, est constituée essentiellement de longues molécules d'acide ricinoléique de formule  $C_{18}H_{34}O_2$ . Une transformation chimique de l'acide ricinoléique permet d'obtenir une espèce chimique appelée rilsan. Un objet fabriqué en rilsan est caractérisé par sa rigidité. Une entreprise chimique française, ARKEMA, a mis au point le PEBA en faisant réagir le rilsan avec une autre espèce chimique, appelée polyéther, qui apporte plus de souplesse et d'élasticité.

### Question 1 (9 points) :

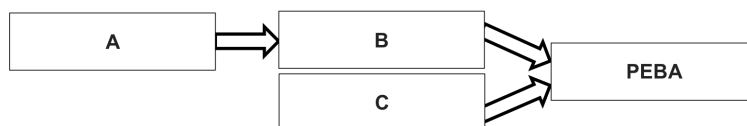
1a- À partir du document 1, citer trois qualités du matériau nommé PEBA.

D'après le document 1, les trois qualités du matériau nommé PEBA sont : **légereté, élasticité, stabilité** quelque soit la température.

1b- Quel est le nom des éléments chimiques contenus dans la molécule d'acide ricinoléique de formule  $C_{18}H_{34}O_2$ . Il est demandé de répondre par une phrase et non par une simple liste de mots.

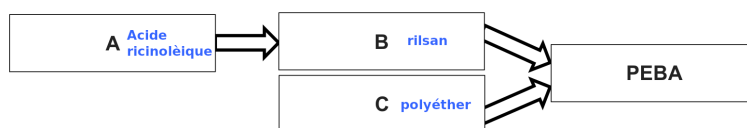
La molécule d'acide ricinoléique de formule  $C_{18}H_{34}O_2$  est composée de **18 atomes de carbone** (de symbole C), **34 atomes d'hydrogène** (de symbole H), **2 atomes d'oxygène** (de symbole O).

On désire représenter les transformations chimiques successives permettant d'obtenir le PEBA à l'aide du diagramme suivant :



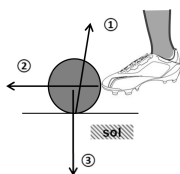
1c- À partir du document 2, donner le nom des espèces chimiques associées aux repères A, B et C de ce diagramme.

Les espèces chimiques associées aux repères A, B et C de ce diagramme sont respectivement l'acide ricinoléique, le rilsan, le polyéther :



Le ballon de football fait aussi l'objet de recherche pour améliorer ses caractéristiques et son comportement au cours du jeu : rebonds, résistance aux chocs, etc. On souhaite modéliser les actions que le ballon subit lorsqu'il est soumis à un coup de pied. Pour cela, on identifie l'ensemble des actions mécaniques modélisées par des forces qui s'exercent sur le ballon posé au sol au moment du coup de pied donné par une footballeuse.

### Document 3 : Schématisation des actions mécaniques exercées sur le ballon



Les segments fléchés (1), (2) et (3) identifiés ci-contre modélisent les trois actions mécaniques qui coup de pied.

### Question 2 (5 points) :

2a- Pour chacun des segments fléchés (1), (2) et (3) du document 3, choisir, parmi les propositions suivantes, le nom de l'action mécanique qui lui correspond :

- action du sol sur le ballon ;
- action de pesanteur sur le ballon ;
- action du pied sur le ballon ;
- action du ballon sur le pied ;
- action du ballon sur le sol.

Le segment fléché (1) correspond à l'action du sol sur le ballon.

Le segment fléché (2) correspond à l'action du pied sur le ballon.

Le segment fléché (3) correspond à l'action de pesanteur sur le ballon.

2b- Parmi ces cinq actions, identifier une action à distance et une action de contact.

L'action du sol sur le ballon est une action de contact.

L'action de pesanteur sur le ballon est une action à distance.

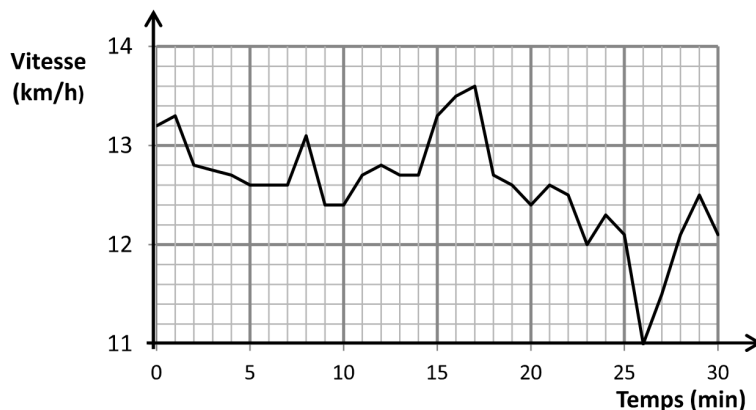
L'action du pied sur le ballon correspond à une action de contact.

L'action du ballon sur le pied correspond à une action de contact.

L'action du ballon sur le sol correspond à une action de contact.

Une montre GPS enregistre la position et la vitesse d'une footballeuse lors d'un footing d'entraînement. Un logiciel d'analyse de performance sportive permet d'afficher la courbe du document 4, montrant l'évolution de la vitesse de la footballeuse au cours de cet entraînement.

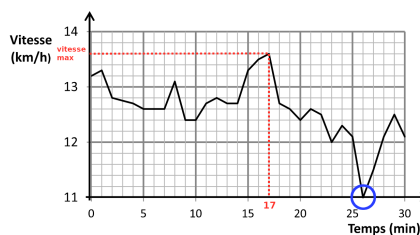
#### Document 4 : Evolution de la vitesse au cours de la séance d'entraînement.



#### Question 3 (6 points) :

3a- À quel instant la vitesse maximale a-t-elle été atteinte par la footballeuse lors de cette séance ?

La vitesse maximale a été atteinte par la footballeuse lors de cette séance à 17 min (voir la projection en rouge sur le graphique ci contre)



3b- Quelle est la vitesse de la footballeuse à la 26<sup>ème</sup> minute ? S'elle-elle arrêtée à cet instant ?

A la 26<sup>ème</sup> minute (voir cercle bleu sur le graphique), la valeur de la vitesse est de 11 km/h, la footballeuse ne s'est donc arrêtée (attention : l'échelle des ordonnées ne commence pas à 0 mais à 11 km/h).

3c- Choisir, parmi les propositions suivantes, celle(s) qui caractérise(nt) le mouvement de la footballeuse durant cette séance :

- la vitesse est constante et égale à 13,6 km/h ;
- la vitesse est comprise entre 11,0 et 13,6 km/h ;
- le mouvement est uniforme.

La vitesse varie au cours des 30 minutes, la vitesse ne peut donc pas être constante et le mouvement ne peut pas être uniforme.

D'après le graphique, on constate que **la vitesse est comprise entre 11 et 13,6 km/h** (vitesse maximale).

Une rencontre de la coupe du monde commence : l'arbitre siffle le début de la partie au milieu du terrain. Le son se propage à la vitesse de 340 m/s. Une gardienne de but, située près de ses cages, est à une distance de 48 m de l'arbitre : elle entend donc le son émis par le sifflet avec un léger retard.

#### Question 4 (5 points) :

Ce retard peut-il avoir une influence sur le bon déroulement du jeu ? Donner un avis argumenté en développant un raisonnement qui utilise la relation entre vitesse, distance parcourue et durée du parcours. La durée calculée sera arrondie au centième de seconde. Toute démarche, même partielle, sera prise en compte.

On calcule la durée que met le son du sifflet pour parvenir à la gardienne.

La vitesse (en m/s) est donnée par la relation :

$$v = \frac{d}{t}$$

avec  $d$  : distance parcourue (en m),  $t$  : durée du parcours (en s)

d'où :

$$t = \frac{d}{v}$$

avec  $d = 48 \text{ m}$  (distance entre la gardienne et l'arbitre) et  $v = 340 \text{ m/s}$  (valeur de la vitesse du son)

$$t = \frac{48 \text{ m}}{340 \text{ m/s}} \approx 0,14 \text{ s}$$

Le son du sifflet met 0,14 s (14 centièmes de seconde) pour parvenir à la gardienne. Ce faible retard n'a pas d'influence sur le déroulement du jeu.

#### Manipulation d'une formule

$$v = \frac{d}{t}$$

Pour calculer  $d$  connaissant  $v$  et  $t$ , il faut isoler  $d$ , c'est à dire obtenir une relation de la forme  $d = \dots$

Pour isoler  $d$ , il faut « enlever » le  $\frac{d}{t}$ , donc multiplier par  $t$  les deux membres de l'équation :

$$t \times v = \frac{d}{t} \times t$$

et

$$t \times v = \frac{d}{t} \times t$$

Après simplification :

$$t \times v = d$$

soit :

$$d = v \times t$$

Pour isoler  $t$ , il faut « enlever » le  $v \times$ , donc diviser par  $v$  les deux membres de l'équation :

$$\frac{d}{v} = \frac{v \times t}{v}$$

$$\frac{d}{v} = \frac{v \times t}{v}$$

après simplification :

$$\frac{d}{v} = t$$

soit

$$t = \frac{d}{v}$$

On obtient les trois relations suivantes :  $v = \frac{d}{t}$  ;  $d = v \times t$  ;  $t = \frac{d}{v}$

$t$