Comment battre Milos Raonic ?

Milos Raonic est un jeune joueur de tennis professionnel Canadien . Il dispose de capacités physiques impressionnantes avec une taille de 1,96 m pour 90 kg.

Depuis le début de l'année 2011, ses résultats s'améliorent régulièrement. En janvier, il atteint les huitièmes de finale des internationaux d'Australie en obtenant le plus grand nombre d'aces (94) et la plus grande vitesse au service (230 km/h) de ce tournoi.

En février, il est opposé à Andy Roddick, le recordman mondial du service le plus rapide avec 155 mph soit 249,4 km/h.* Au cours de ce match, Raonic réalise 34 aces, l'un d'entre eux étant chronométré avec la deuxième plus grande vitesse de tous les temps.

(Voir vidéo : Milos Raonic - Second Fastest Tennis Serve.mp4)

* Le 7 mars 2011, ce record a été battu par le Croate Ivo Karlovic avec une vitesse de 251 km/h !

Après avoir visualisé la vidéo diffusée par le professeur, répondre aux questions ci-dessous:

Faire visualiser la vidéo *Milos Raonic - Second Fastest Tennis Serve.mp4*

1. Quel est le point fort du jeu de Milos Raonic ?

Le point fort de son jeu est son service.

2. A quelle vitesse son service le plus rapide a-t-il été enregistré ? (On donnera cette vitesse en km/h puis en m/s, valeurs arrondies au centième

D'après la vidéo : 150 mph

D'après le texte, 155 mph correspond à 249,4 km/k donc v = 150/155 x 249,4 = 241,35 km/h

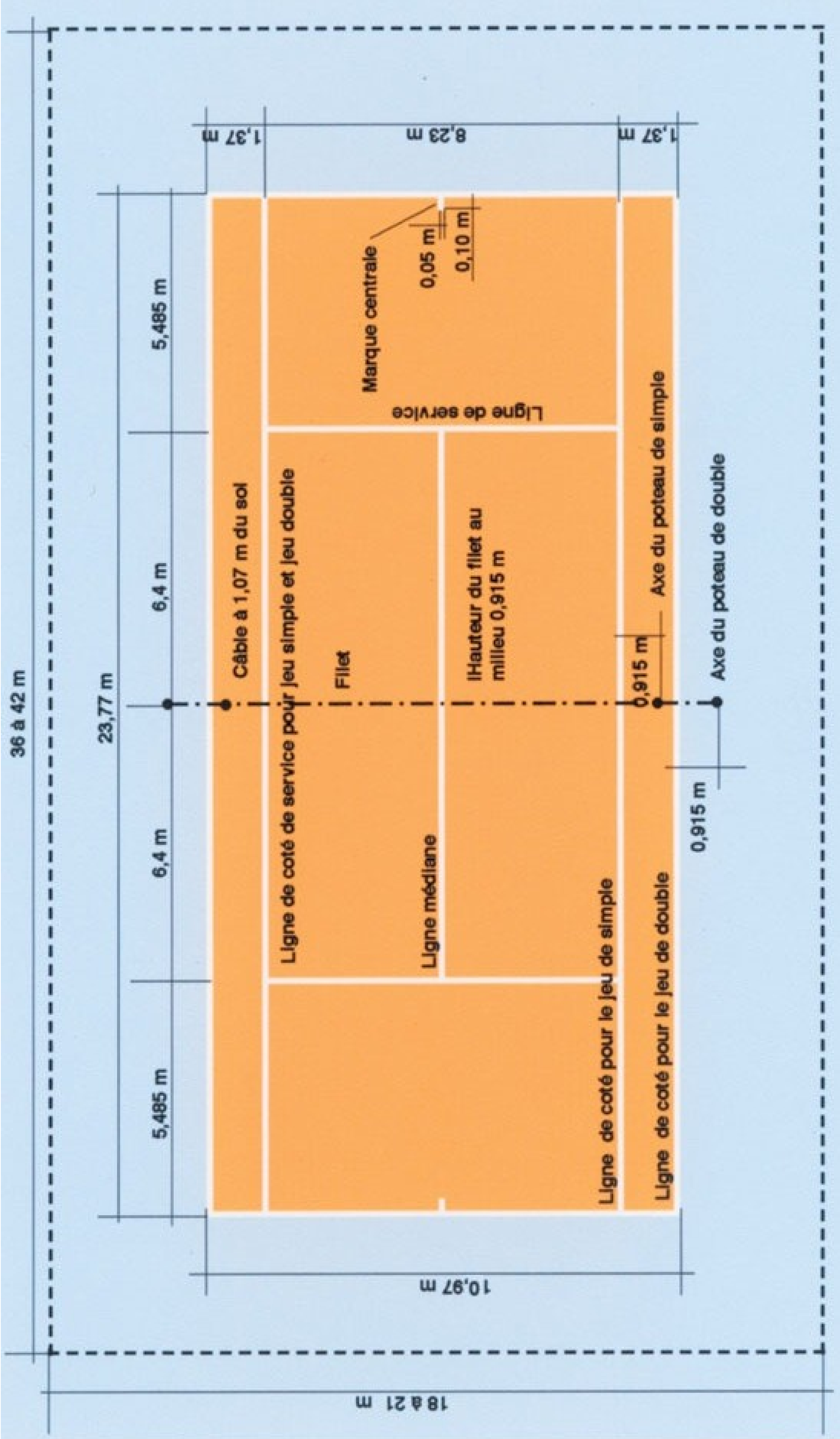
ou v = 241,35 x 1000 /3600 =67,04 m/s

3. Si la vitesse de la balle restait constante, en combien de temps arriverait-t-elle au niveau d'un receveur placé à 4 m de la ligne de fond de court ? Arrondir le résultat au centième.

La longueur du court (d'après le plan) est de 23,77m, le joueur se tient à 4 m de la ligne de fond.

Donc la distance à parcourir est de 23,77 + 4 = 27,77 m

v = d / t donc t = d / v = 27,77 / 67,04 = 0,41 s.


36 à 42 m
23,77 m
5,485 m
6,4 m
6,4 m
5,485 m
1,37 m
8,23 m
1,37 m
10,97 m
18 à 21 m
Marque centrale
0,05 m
0,10 m
Ligne de service
Câble à 1,07 m du sol
Ligne de coté de service pour jeu simple et jeu double
Filet
Hauteur du filet au milieu 0,915 m
Axe du poteau de simple
Axe du poteau de double
0,915 m
0,915 m
Ligne médiane
Ligne de coté pour le jeu de simple
Ligne de coté pour le jeu de double

Un entraineur prépare l'un de ses joueur à rencontrer Milos Raomic. Il analyse son service et cherche à déterminer:

- le temps dont dispose le receveur, placé à 4 m en arrière de la ligne de fond, pour réagir et frapper la balle.
- la position idéale du receveur par rapport à la ligne de fond de court, sachant que le joueur frappera facilement la balle si celle ci est à à 1,60 m de haut.

A partir de vidéos et d'enregistrements radar (Hawk-eye®), il obtient les observations suivantes:

- Profitant de sa haute taille, Milos Raomic frappe la balle à une hauteur de 3 m.
- Au moment de la frappe, il a avancé de 1 m à l'intérieur du court.
- La frappe est horizontale, avec un effet de rotation faible.
- Entre la frappe et le rebond au niveau de la ligne de service (Phase 1), la vitesse horizontale de la balle diminue du fait des forces de frottement et de l'effet Magnus, lié à la rotation de la balle (effet de lift).
- Au moment du rebond, la vitesse de la balle diminue d'environ 30 %
- Après le rebond (Phase 2), la vitesse horizontale de la balle varie très peu et peut être considérée comme constante. Elle vaut alors 34 m/s.

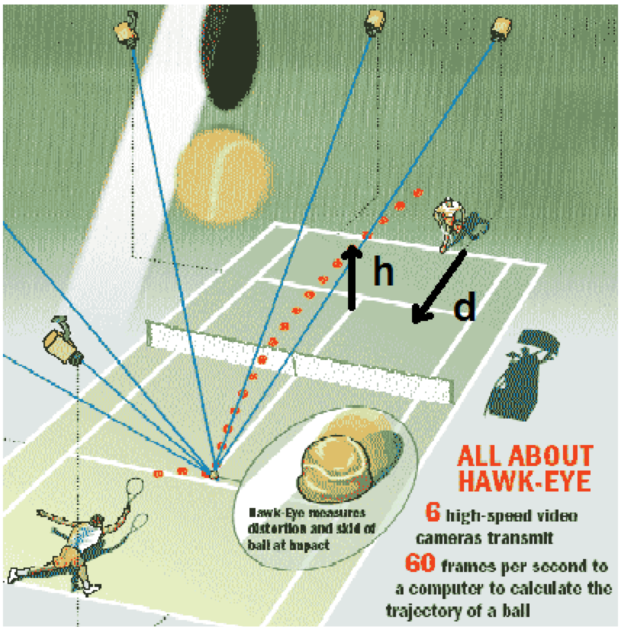
Il en déduit les relations suivantes :

En Phase 1 (avant le rebond) la distance horizontale parcourue par la balle et la hauteur de cette balle dépendent du temps de parcours selon :

$d = -44\,t^2 + 67\,t + 1$ $\qquad\qquad$ $h = -4{,}9\,t^2 - 7{,}46\,t + 3$

En Phase 2 (après le rebond) la hauteur de la balle est directement liée à la distance horizontale parcourue : $h = -0{,}004325\,d^2 + 0{,}364\,d - 5{,}257$

avec :
d : distance horizontale parcourue par la balle depuis la ligne de service (en m)
h : hauteur de la balle par rapport au sol (en m)
t : temps de vol de la balle (en s); à t = 0 s, la raquette du serveur frappe la balle.



Problématique N°1:

Combien de temps met la balle pour arriver à un receveur situé à 4 m de la ligne de fond ?

Utiliser la simulation géogébra *trajectoire service tennis.ggb* pour faire visualiser la trajectoire et expliquer les deux phases.

Partie A*: *Étude de la phase 1 (avant rebond).

1. Quelle est la distance horizontale parcourue par la balle si elle rebondit sur la ligne de service ?

D'après le plan, d = 5,485 + 6,4 + 6,4 - 1 = 17,285 m (Il faut retrancher 1 m car, quand la balle est frappée, elle est déjà entrée d'un m dans le terrain)

2. Proposer une méthode permettant de déterminer le temps de vol t_1 de la balle jusqu'à son rebond.

On a la relation $d = -44\,t^2 + 67\,t + 1$

On trace sur l'écran de la calculatrice la parabole $y = -44\,x^2 + 67\,x + 1$ correspondant à cette fonction et, sur le même graphique, la droite d'équation $y = 17{,}185$ pour t compris entre 0 et 1 s (le premier calcul avait donné 0,41 s doc on s'attend à une valeur de cet ordre). On recherche le(s) point(s) d'intersection entre ces deux courbes. L'abscisse de ce point est la durée du parcours de la balle en phase 1.

3. Déterminer le temps $t_{1.}$

Avec la recherche d'intersection graphique de la calculatrice, on obtient : $t_{1.} = 0{,}30$ s

Partie B*: *Étude de la phase 2 (après rebond).

1. Calculer le temps de vol t_2 de la balle entre son rebond et le moment où elle peut être jouée par le receveur.

En phase 2, le texte dit que la vitesse est constante et vaut : v = 34 m/s.

Le joueur se trouve à 4 m de la ligne de fond. Il reste 27,77 - 18,285 = 9,485 m à parcourir.

On a donc $t_2 = d / v = 0{,}28$ s

2. En déduire le temps dont dispose le receveur pour réagir et jouer la balle après le service.

Le receveur dispose de 0,30 + 0,28 = 0, 58 s pour réagir et jouer la balle.

Faire visualiser la vidéo *chrono du service.mp4* pour comparaison et validation des résultats.

Utiliser la simulation géogébra *trajectoire service tennis.ggb* pour faire contrôler le temps.

3. Quel conseil donneriez-vous à ce joueur pour retourner plus facilement le service de Milos Raonic ?

S'il se recule, le receveur aura plus de temps pour réagir et renvoyer la balle.

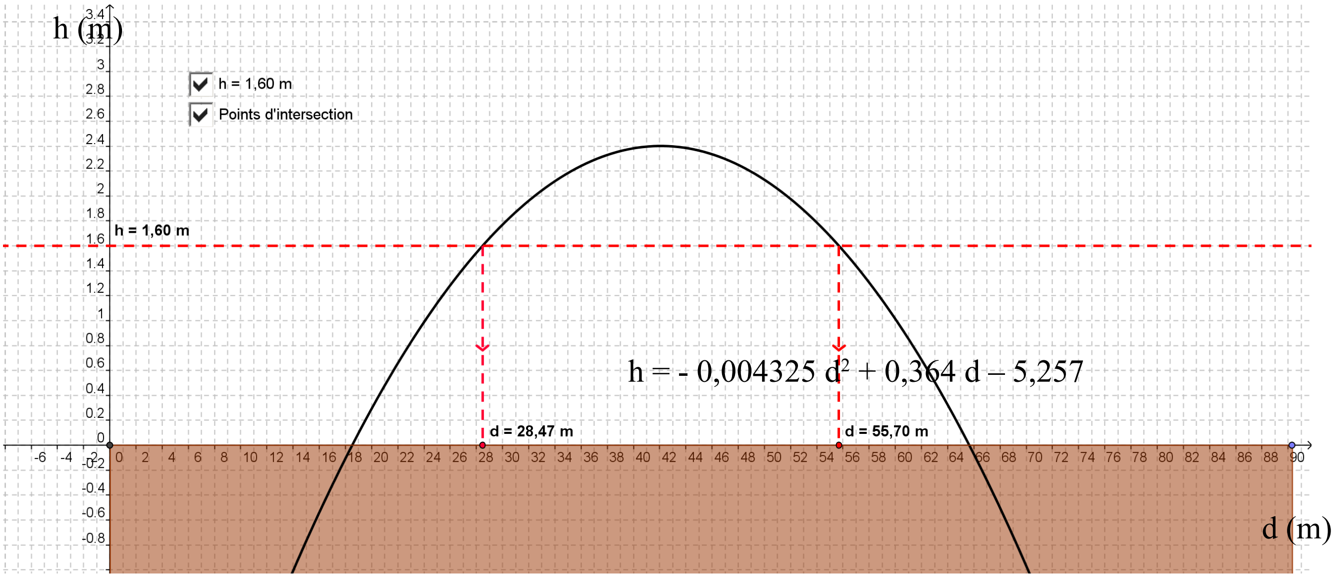
Problématique n° 2.

Où doit se situer un receveur s'il veut frapper la balle quand elle est à 1,60 m du sol ?

On donne ci dessous une représentation graphique de la trajectoire de la balle après le rebond.

La hauteur h de la balle est donnée en m par rapport au sol.

La distance d est la distance totale parcourue par la balle depuis la ligne fond de cours coté serveur.



1. Déterminer la distance par rapport à la ligne de fond à laquelle doit se trouver le receveur pour la frapper quand elle est à 1,60 m du sol.

Voir graphique ci-dessus. La distance parcourue par la balle est environ de = 28, 5 m. Le second résultat est éliminé car l'espace autour du terrain est de 42 m de long au maximum sur la plan.

Le court mesure 23,77 m donc il doit se placer à 28,5 – 23,77 = 4,63 m de la ligne de fond.

Utiliser la simulation géogébra *y=f(x) après le rebond.ggb* pour effectuer la lecture graphique au tableau.

L'entraineur souhaite vérifier cette valeur par un calcul.

Dans un formulaire de mathématiques il obtient les renseignements suivants:

Résolution d'équation du second degré : $a x^2 + b x + c = 0$

Étape 1 : Calculer $\Delta = b^2 - 4 a c$

Étape 2 : En fonction du signe de Δ*, on a 3 possibilités*

- si $\Delta > 0$ alors 2 solutions : $x_1 = \dfrac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$ et $x_2 = \dfrac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$
- si $\Delta = 0$ alors 1 solution : $x_0 = \dfrac{-b}{2a}$
- si $\Delta < 0$ alors pas de solution.

2. Montrer que, pour répondre à la problématique n°2, on doit résoudre l'équation :

$$- \quad 0{,}004325\ d^2 + 0{,}364\ d - 6{,}857 = 0$$

On a pour la phase 2 : h = - 0,004325 d^2 + 0,364 d – 5,257

On veut h = 1,6 m c'est à dire, - 0,004325 d^2 + 0,364 d – 5,257 = 1,6

soit - 0,004325 d^2 + 0,364 d – 5,257 - 1,6 = 0.

ou - 0,004325 d² + 0,364 d – 6,857 = 0

Il faut donc bien résoudre cette équation pour obtenir la distance parcourue par la balle quand elle est à 1,6 m du sol. Il faudra ensuite soustraire la longueur du court.

3. En utilisant le formulaire de l'entraineur et après avoir déterminé les valeurs des coefficients *a, b* et *c*, résoudre cette équation.

a = - 0,004325 b = 0,364 c = - 6,857

Δ = 0,364² – 4 x (- 0,004325) x (- 6,857) = 0,0138699

Δ > 0 donc deux solutions : $x_1 = \dfrac{-0{,}364 - \sqrt{0{,}0138699}}{2 \times (-0{,}004325)}$ ***= 55,696***

$x_2 = \dfrac{-0{,}364 + \sqrt{0{,}0138699}}{2 \times (-0{,}004325)}$ ***= 28,466***

4. Calculer la distance à laquelle le receveur doit se trouver par rapport à la ligne de fond pour frapper la balle à une hauteur de 1,60 m.

L'espace autour du court sur le plan étant au maximum de 42 m, la première solution est écértée. Lc ourt mesure 23,77 m donc on a le joueur doit se placer à 28,466 – 23,77 = 4, 70 m s'il veut avoir à frapper la balle à 1,6 m du sol.

5. La position du receveur est-elle en accord avec le résultat obtenu graphiquement ?

On retrouve des résultats proches par la méthode graphique (moins précise) et par le calcul. Les résultats sont cohérents.

Utiliser la simulation géogébra *trajectoire service tennis.ggb* pour faire contrôler la position du receveur par rapport à la ligne de fond de court.

6. Cette position est-elle compatible avec le conseil proposé précédemment (page 4, question 3) ?

On avait conseillé au receveur de se reculer par rapport à la ligne pour augmenter son temps de réaction. Il se place à 4,7 m au lieu de 4m. Ce conseil est compatible avec ce résultat.

Activité : *Comment battre Milos Raonic ?*

Informations complémentaires pour le professeur.

Sur les pages précédentes :

- **les informations *en rouge* correspondent aux réponses attendues aux questions.**
- **les informations *en vert* correspondent aux utilisations des documents informatisés complémentaires.**

Thème et objectif de l'activité.

L'activité a pour but la découverte des équations du second degré et de leur résolution :

- graphique
- par la méthode du discriminant

Elle vise également à développer l'utilisation de la calculatrice pour ces résolutions et à mettre en application les compétences transversales évaluées pour la certification

Compétences disciplinaires.

L'activité s'inscrit dans le programme de la première Bac Pro dans le chapitre « *Du premier au second degré* ». Elle vise à développer chez les élèves les capacités et connaissances disciplinaires telles que décrites dans le référentiel :

- ***Capacités*** *: Résoudre algébriquement et graphiquement, avec ou sans TIC, une équation du second degré a une inconnue a coefficients numériques fixés.*
- ***Connaissances*** *: Résolution d'une équation du second degré à une inconnue a coefficients numériques fixés.*
- ***Commentaires*** *: Dans les énoncés de problèmes ou d'exercices, les formules sont a choisir dans un formulaire spécifique donné en annexe ; Former les élèves a la pratique d'une démarche de résolution de problèmes.*

Pré-requis.

Les élèves disposent des compétences et connaissance pré-requises du programme suivantes :

- *Proportionnalité ;*
- *Résolution d'équations du premier degré par le calcul ou graphiquement ;*
- *Fonctions de références et constructions de fonctions* kf *et* $f+g$;
- *Utilisation de la calculatrice pour le tracé d'une fonction et la résolution graphique d'une équation de type* $f(x) = a$

La proportionnalité et la résolution d'équations liées seront retravaillées pendant l'activité (page 1 - questions 2 et 3, page 4 - partie B - question 1)

Documents et déroulement de l'activité.

Le document élève comporte 6 pages numérotées.

En raison de sa longueur, l'activité sera fractionnée sur plusieurs séances : Les pages 1 + 2 sont distribuées en début de séquence, les pages 3 + 4, puis 5 + 6, sont distribuées au fil de l'avancée des travaux.

Cette distribution progressive permet de s'adapter au temps de résolution par les élèves. A titre indicatif, compter :

- 30 minutes pour les pages 1 et 2 (appropriation du contexte, réponses aux premières questions).
- 1 heure à 1h30 pour les pages 3 et 4 (compréhension des phases, de la problématique 1, proposition d'une étude graphique avec la calculatrice, mise en œuvre, calcul du temps de la phase 2 et validation de la résolution de la problématique 1 avec la vidéo)
- 1 heure à 1h30 pour les pages 5 et 6 (Résolution graphique d'une équation du second degré puis par la calcul, validation des résultats avec géogébra)

Ces durées doivent inclure des temps de formulations des notions découvertes.

Le dossier de l'activité comprend plusieurs ***documents informatisés complémentaires*** :

- Une vidéo du service record :

  Milos Raonic - Second Fastest Tennis Serve.mp4

  La version originale de cette vidéo est visible sur Youtube :
  http://www.youtube.com/watch?v=ng5UolJt5LY

  Visualiser cette vidéo en début d'activité pour répondre à la question 2 page 1.

- Une vidéo du service record coupée avec chronométrage des deux phases :

  chrono du service.mp4

  Le découpage et l'ajout des chronomètres a été réalisé à l'aide du logiciel libre *Kinovéa.*

  Visualiser cette vidéo en fin de problématique 1, page 4, pour vérifier les temps de parcours calculés : Le chronomètre du bas donne le temps de la phase 1 (du service au rebond) ; Le chronomètre du haut donne le temps total jusqu'à ce que la balle heurte les bâches de fond de court.

- Une simulation géogébra de la trajectoire de la balle au cours du temps :

  trajectoire service tennis.ggb

  En bougeant lentement le curseur t, faire bouger la balle : sa trajectoire est tracée.

  Vous pouvez bouger la position du receveur en bougeant son point de contact au sol.

  Pour visualiser la distance du receveur par rapport à la ligne de fond, cochez « Affichage position du receveur »
  Visualiser ce fichier : Après lecture de la page 3 par les élèves pour visualiser et expliquer les phases 1 et 2 ; En fin de problématique 1 , Partie A, question 2 , page 3, pour vérifier les temps de parcours ; En fin de problématique 2, question 6 page 6 pour contrôler le positionnement du joueur afin qu'il frappe la balle à 1, 60 m du sol.

- Un fichier géogébra donnant la trajectoire de la balle (identique au graphique de la page 5)

  y=f(x) après le rebond.ggb

  Vous pouvez sur, ce fichier, faire afficher la droite d'équation $y = 1,6$ et ses points d'intersection avec la trajectoire.

<u>Compétences transversales travaillées dans l'activité.</u>

Ces compétences sont celles décrites dans la grille officielle pour l'évaluation certificative.

La compétence, « Présenter, communiquer un résultat » est travaillée tout au long de l'activité au fil des questions par des réponses écrites ou des échanges oraux avec la classe. Le professeur veillera à donner la parole à chacun des élèves afin de développer chez chacun d'eux la communication orale.

Les autres compétences sont ciblées tour à tour dans les différentes activités.

Page 1 : Introduction à la problématique

Compétences	**Question N°**
Rechercher, extraire et organiser l'information.	1 (Compréhension globale d'un texte) 2 (Information dans une vidéo) 3 (Information dans un schéma, un plan)
Choisir et exécuter une méthode de résolution.	2 (Proportionnalité en conversion d'unités) 3 (Proportionnalité temps - distance)

Page 4 : Problématique 1, Partie A

Compétences	**Question N°**
Rechercher, extraire et organiser l'information.	1 (Lecture du plan) 2 (Information dans un texte) 3 (Information dans un schéma, un plan)
Choisir et exécuter une méthode de résolution.	2 (Tentative de résolution comme une équation du premier dégré (!), lecture graphique après tracé de la fonction avec une calculatrice, un grapheur informatique, un tableur, à la main...) 3 (Mise en œuvre de la méthode)
Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat.	2 (Discussion orale sur la réalisation possible, les avantages et les inconvénients des méthodes proposées) 3 (Choix de l'un des résultats graphiques, Validation du résultat par rapport à l'animation Géogébra)
Expérimenter ou Simuler ou Émettre des conjectures ou Contrôler la vraisemblance de conjectures avec les TICE	3 (Utilisation de la calculatrice ou de l'informatique, validation du résultat par rapport à la vidéo chronométrée du service, l'animation Géogébra)

Page 4 : Problématique 1, Partie B

Compétences	**Question N°**
Rechercher, extraire et organiser l’information.	1 (texte :la vitesse horizontale est constante et vaut 34 m/s) 2 (reprendre un résultat d'une autre question) 3 (information dans un schéma, un plan)
Choisir et exécuter une méthode de résolution.	1 (proportionnalité temps – distance) 2 (somme de deux résultats)
Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat.	3 (le temps de parcours est très court, proposer de se reculer pour augmenter le temps de parcours de la balle)
Expérimenter ou Simuler ou Émettre des conjectures ou Contrôler la vraisemblance de conjectures avec les TICE	2 (proposition du professeur: vérifier le temps de parcours total à l'aide d'un chronométrage de la vidéo)

Page 5 : Résolution graphique.

Compétences	**Question N°**
Rechercher, extraire et organiser l’information.	1 (lire le plan pour connaître les dimensions du court)
Choisir et exécuter une méthode de résolution.	1 (proposer une résolution graphique papier tracer la droite horizontale y=1,6, lire les résultats graphiques)
Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat.	1 (choisir la valeur la plus basse car la seconde est hors du court)

Page 6 : Méthode du discriminant.

Compétences	**Question N°**
Rechercher, extraire et organiser l’information.	2 (retrouver dans le texte l'équation de la trajectoire, dans la problématique *h = 1,6 m,* sur le plan la longueur du court) 3 (repérer et comprendre l'écriture des coefficients dans le formulaire) 5 (reprendre la réponse de la question 1 page 5) 6 (reprendre la réponse de la question 3 page 4)
Choisir et exécuter une méthode de résolution.	2 ($h = f(x) =1,6$ et transformation de l'égalité) 3 (calcul de Δ puis des solutions, soustraire la longueur du court de la solution choisie)
Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat.	3 (choix du nombre de solutions à partir du signe de Δ) 4 (choisir la solution la plus basse) 5 (comparer les deux réponses et conclure sur leur cohérence, aux incertitudes de mesures graphiques près) 6 (les résultats sont compatibles puisqu'en se reculant à plus de 4 m derrière la ligne on augmente le temps de parcours)
Expérimenter ou Simuler ou Émettre des conjectures ou Contrôler la vraisemblance de conjectures avec les TICE	3 (calcul des valeurs de solutions souvent source d'erreurs : signes, priorités...) 6 (proposition du professeur : vérifier les résultats à l'aide la simulation géogébra)