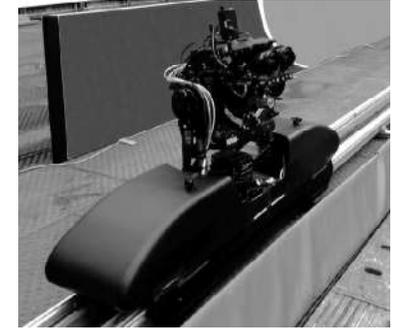


ADAPTATION SCIENCES PHYSIQUES de l'extrait du Baccalauréat spécialité SI
- Métropole Juin 2014 -

Retransmission vidéo d'événements sportifs par caméra mobile



Extrait de la version originale du sujet SI	Réinterprétation du sujet pour les sciences physiques																														
<p>Retransmission vidéo d'événements sportifs par caméra mobile</p> <p>La retransmission d'événements sportifs est un enjeu majeur pour les différentes chaînes de télévision. Les investissements mis en jeu sont de plus en plus importants afin de séduire un nombre croissant de téléspectateurs. La part d'audience enregistrée a certes une influence sur l'image de marque de la chaîne, mais joue aussi un rôle important sur les revenus associés à cette retransmission (publicité, sponsor...).</p> <p>En athlétisme, l'événement qui suscite le plus grand engouement de la part des français est l'épreuve du 100 m masculin, notamment lors des Jeux olympiques (tableau 1).</p> <table border="1" data-bbox="125 932 976 1406"> <thead> <tr> <th>Compétition</th> <th>Nombre de téléspectateurs en France (en millions)</th> <th>Part d'audience (en %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2013 : championnats du monde d'athlétisme de Moscou</td> <td>2,8</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>2012 : J.O. de Londres</td> <td>10</td> <td>56,7</td> </tr> <tr> <td>2011 : championnats du monde d'athlétisme de Daegu</td> <td>4,4</td> <td>28,3</td> </tr> <tr> <td>2009 : championnats du monde d'athlétisme de Berlin</td> <td>4,3</td> <td>22,4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tableau 1 : audience lors de finales du 100 m masculin d'athlétisme</p>	Compétition	Nombre de téléspectateurs en France (en millions)	Part d'audience (en %)	2013 : championnats du monde d'athlétisme de Moscou	2,8	24	2012 : J.O. de Londres	10	56,7	2011 : championnats du monde d'athlétisme de Daegu	4,4	28,3	2009 : championnats du monde d'athlétisme de Berlin	4,3	22,4	<p>Retransmission vidéo d'événements sportifs par caméra mobile</p> <p>Commentaire sciences physique : Mise en situation plus courte que celle de S.I car moins de données à extraire et les sujets de sciences physiques cherchent moins à être à finalité de conception.</p> <p>La retransmission d'événements sportifs est un enjeu majeur pour les différentes chaînes de télévision</p> <p>En athlétisme, l'événement qui suscite le plus grand engouement de la part des français est l'épreuve du 100 m masculin, notamment lors des Jeux olympiques (tableau 1).</p> <table border="1" data-bbox="1149 932 2000 1406"> <thead> <tr> <th>Compétition</th> <th>Nombre de téléspectateurs en France (en millions)</th> <th>Part d'audience (en %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2013 : championnats du monde d'athlétisme de Moscou</td> <td>2,8</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>2012 : J.O. de Londres</td> <td>10</td> <td>56,7</td> </tr> <tr> <td>2011 : championnats du monde d'athlétisme de Daegu</td> <td>4,4</td> <td>28,3</td> </tr> <tr> <td>2009 : championnats du monde d'athlétisme de Berlin</td> <td>4,3</td> <td>22,4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tableau 1 : audience lors de finales du 100 m masculin d'athlétisme</p>	Compétition	Nombre de téléspectateurs en France (en millions)	Part d'audience (en %)	2013 : championnats du monde d'athlétisme de Moscou	2,8	24	2012 : J.O. de Londres	10	56,7	2011 : championnats du monde d'athlétisme de Daegu	4,4	28,3	2009 : championnats du monde d'athlétisme de Berlin	4,3	22,4
Compétition	Nombre de téléspectateurs en France (en millions)	Part d'audience (en %)																													
2013 : championnats du monde d'athlétisme de Moscou	2,8	24																													
2012 : J.O. de Londres	10	56,7																													
2011 : championnats du monde d'athlétisme de Daegu	4,4	28,3																													
2009 : championnats du monde d'athlétisme de Berlin	4,3	22,4																													
Compétition	Nombre de téléspectateurs en France (en millions)	Part d'audience (en %)																													
2013 : championnats du monde d'athlétisme de Moscou	2,8	24																													
2012 : J.O. de Londres	10	56,7																													
2011 : championnats du monde d'athlétisme de Daegu	4,4	28,3																													
2009 : championnats du monde d'athlétisme de Berlin	4,3	22,4																													

Cette retransmission doit donc être de grande qualité et le nombre de caméras nécessaire pour retransmettre cet événement sportif est important. La figure 1 schématise les emplacements des caméras autour d'un stade d'athlétisme.

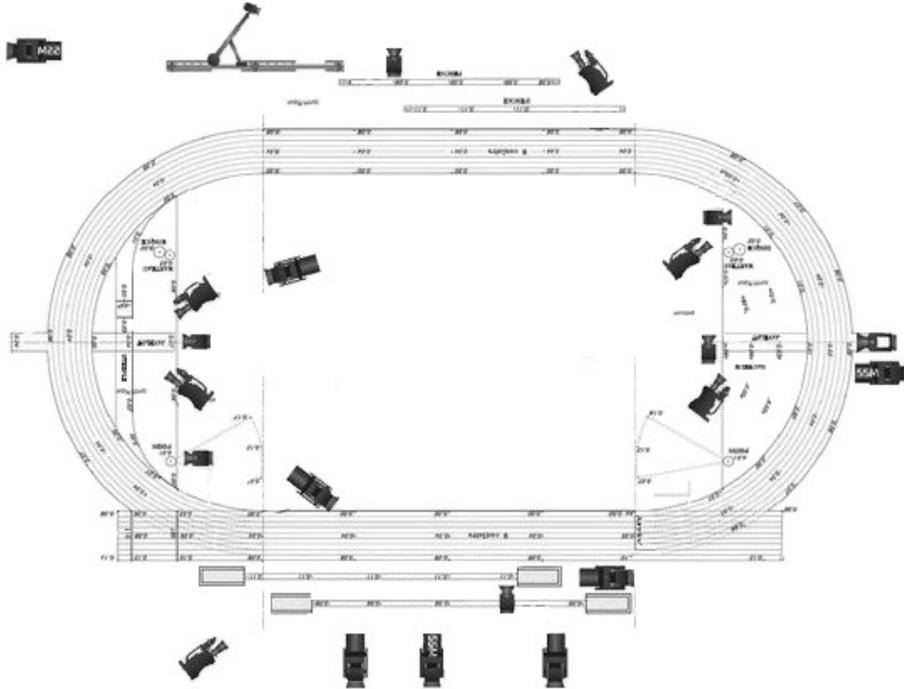


Figure 1 : disposition des caméras lors d'un meeting d'athlétisme de la Diamond League
(source mediaunautretergard.com)

Pour apporter plus de dynamisme à la retransmission et pour mieux s'adapter à des épreuves se déroulant sur de grands espaces, de nouvelles solutions de caméras mobiles sont utilisées.

Ces nouvelles caméras peuvent se situer :

- en hauteur, en utilisant un maillage de câbles de guidage permettant à la caméra de se déplacer n'importe où au-dessus du stade ;
- au sol, sur des rails afin de longer la piste.

Présentation du système

La société XD-motion utilise, pour filmer l'épreuve d'athlétisme du 100 m, le système X-track qui est une caméra motorisée sur rails (figure 2). Cette caméra est positionnée parallèlement à la piste (figure 3).

Cette retransmission doit donc être de grande qualité et le nombre de caméras nécessaire pour retransmettre cet événement sportif est important.

Pour apporter plus de dynamisme à la retransmission et pour mieux s'adapter à des épreuves se déroulant sur de grands espaces, de nouvelles solutions de caméras mobiles sont utilisées.

Ces nouvelles caméras peuvent se situer au sol, sur des rails afin de longer la piste.

Présentation du système

La société XD-motion utilise, pour filmer l'épreuve d'athlétisme du 100 m, le système X-track qui est une caméra motorisée sur rails (figure 2). Cette caméra est positionnée parallèlement à la piste (figure 3).

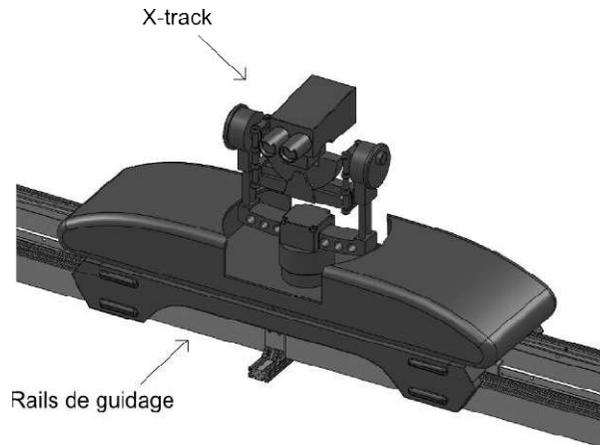


Figure 2 : vue en perspective

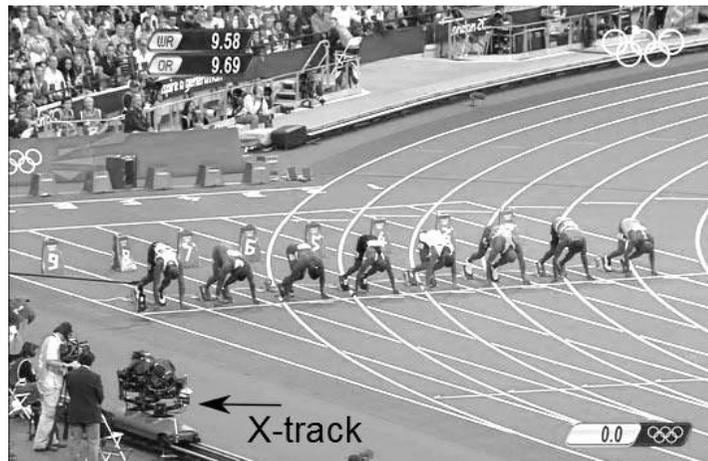


Figure 3 : position du système X-track

Le X-track présente les avantages de réaliser une image de l'ensemble des athlètes avant le départ, de suivre la tête de la course durant l'épreuve et d'obtenir une vue d'ensemble des concurrents de tête sur le final. Ainsi, il donne l'impression au téléspectateur de courir à côté des athlètes.

Deux modes de déplacement, mode manuel et mode automatique, sont possibles. Afin de filmer en mode automatique les différentes épreuves du 100 m (phases de qualification, demi-finales et finale), le système de pilotage du X-track utilise une base de données

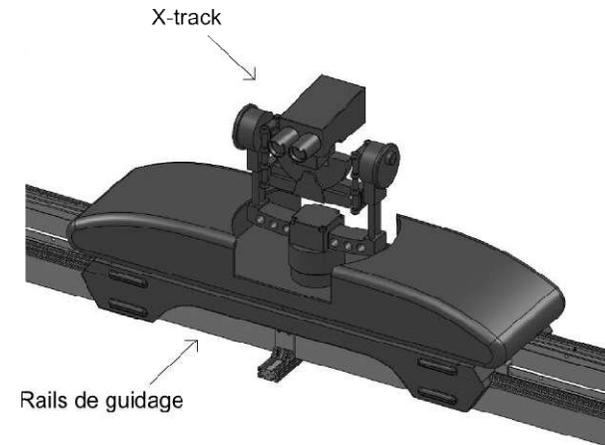


Figure 2 : vue en perspective

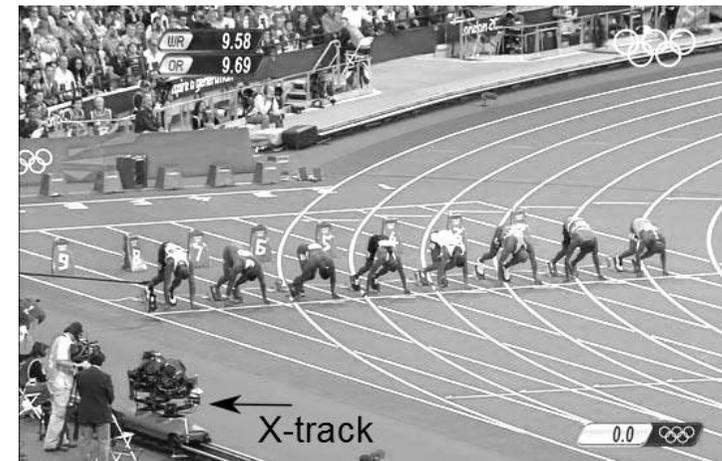


Figure 3 : position du système X-track

Le X-track présente les avantages de réaliser une image de l'ensemble des athlètes avant le départ, de suivre la tête de la course durant l'épreuve et d'obtenir une vue d'ensemble des concurrents de tête sur le final. Ainsi, il donne l'impression au téléspectateur de courir à côté des athlètes.

Deux modes de déplacement, mode manuel et mode automatique, sont possibles. Afin de filmer en mode automatique les différentes épreuves du 100 m (phases de qualification, demi-finales et finale), le système de pilotage du X-track utilise une base de données

contenant la liste des athlètes et leurs performances. Ainsi, lors de chaque course, en fonction des athlètes présents sur la ligne de départ, les paramètres de pilotage du déplacement du X-track peuvent être réglés.

Dans ce sujet, seront étudiées les solutions retenues pour l'initialisation et le déplacement du X-track, ainsi que le positionnement de la caméra sur le X-track.

Partie 1 - Analyse du besoin et vérifications de performances

Objectifs de cette partie : **analyser** le besoin lors de la mise en œuvre d'une caméra mobile pour retransmettre une course de 100 m. **Vérifier** que, pour une course donnée, le modèle de la consigne de pilotage en vitesse de la caméra mobile est bien adapté au suivi des athlètes tout au long de la course.

Q1. Exprimer la fonction principale du X-track. **Indiquer** la contrainte principale à prendre en compte pour que le X-track remplisse correctement sa fonction en mode automatique, quel que soit le niveau de la compétition.

Dans le cas d'une course à laquelle participe le recordman actuel de cette épreuve (record de 9,58 s obtenu le 16 août 2008 aux championnats du monde de Berlin), la figure 4 présente la consigne de vitesse du X-track.

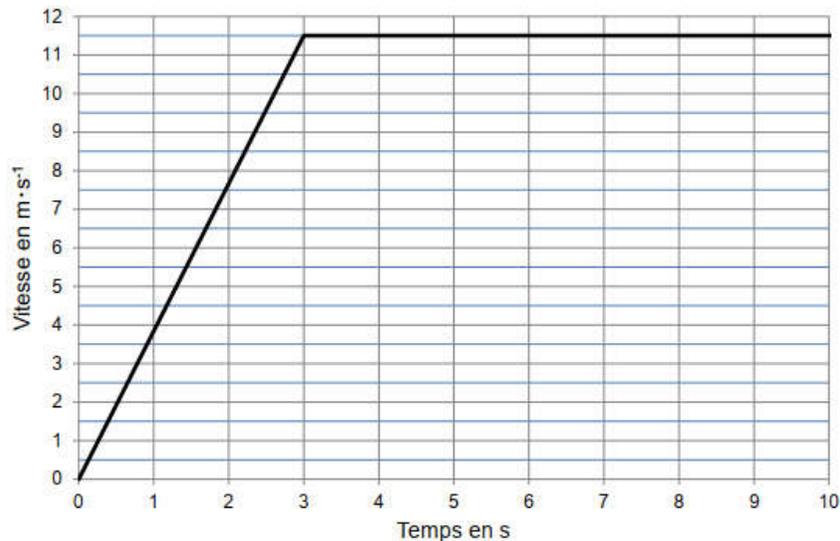


Figure 4 : consigne de vitesse du X-track

contenant la liste des athlètes et leurs performances. Ainsi, lors de chaque course, en fonction des athlètes présents sur la ligne de départ, les paramètres de pilotage du déplacement du X-track peuvent être réglés.

Partie 1 - Analyse du besoin et vérifications de performances

Objectifs de cette partie : **analyser** le besoin lors de la mise en œuvre d'une caméra mobile pour retransmettre une course de 100 m. **Vérifier** que, pour une course donnée, le modèle de la consigne de pilotage en vitesse de la caméra mobile est bien adapté au suivi des athlètes tout au long de la course.

Q1. Exprimer la fonction principale du X-track. **Indiquer** la contrainte principale à prendre en compte pour que le X-track remplisse correctement sa fonction en mode automatique, quel que soit le niveau de la compétition.

Il s'agit là d'une question de sciences de l'ingénieur qui n'aurait pas d'équivalent en sciences physiques.

Dans le cas d'une course à laquelle participe le recordman actuel de cette épreuve (record de 9,58 s obtenu le 16 août 2008 aux championnats du monde de Berlin), la figure 4 présente la consigne de vitesse du X-track.

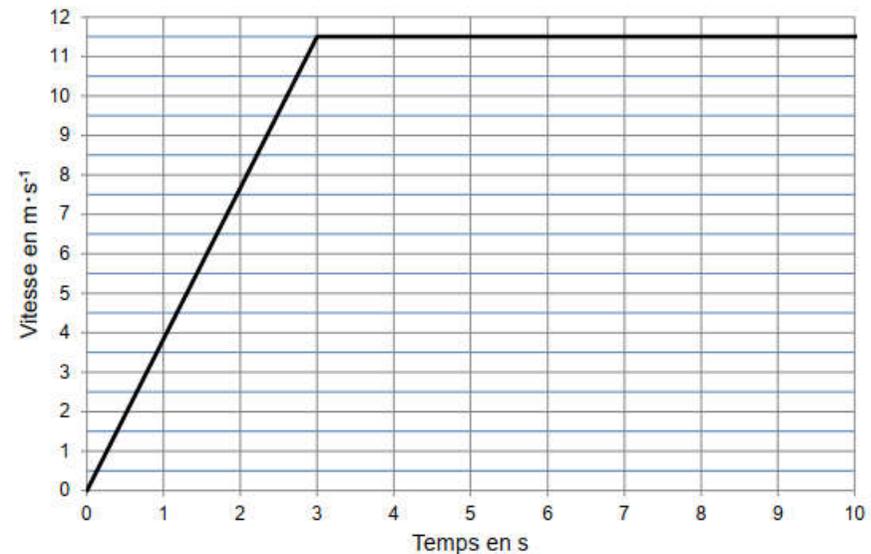


Figure 4 : consigne de vitesse du X-track

Q2. Caractériser la nature du mouvement du X-track pendant la phase ($0s \leq t \leq 3s$) et la phase ($3s \leq t \leq 10s$).

La figure 5 montre la façon dont est positionné le X-track par rapport à la ligne de départ.

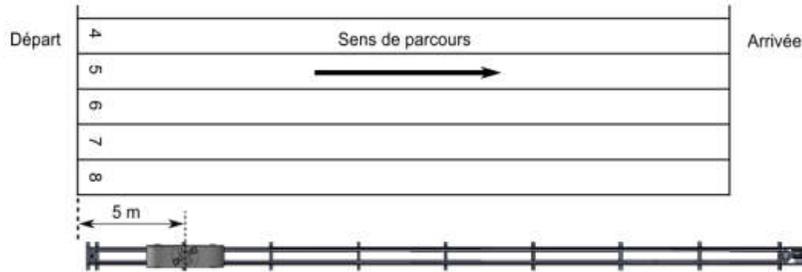


Figure 5 : position du X-track au départ de la course

Q3. En tenant compte du besoin exprimé, **proposer** deux raisons qui justifient le décalage du X-track par rapport à la ligne de départ.

Q4. Déterminer les équations de la position du X-track durant les phases 1 et 2. Sur le document réponse DR1, **compléter** le tableau et **tracer** la courbe de position du X-track.

Dates (en s)	Positions du Xtrack (en m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Q2. Caractériser la nature du mouvement du X-track pendant la phase ($0s \leq t \leq 3s$) et la phase ($3s \leq t \leq 10s$).

Question qui pourrait être posée inchangée en sciences physiques.

La figure 5 montre la façon dont est positionné le X-track par rapport à la ligne de départ.

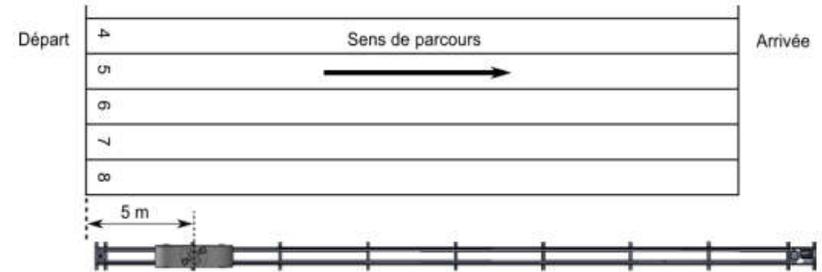


Figure 5 : position du X-track au départ de la course

Q3. En tenant compte du besoin exprimé, **proposer** deux raisons qui justifient le décalage du X-track par rapport à la ligne de départ.

Il s'agit là d'une question de sciences de l'ingénieur qui ne serait probablement pas posée dans un sujet de sciences physiques. Cependant elle pourrait tout de même être posée mais en demandant seulement une justification.

Cette question pourrait être posée de façon équivalente. Il serait certainement précisé que l'étude ne se fait que suivant l'axe horizontal.

Mais il est plus probable que la question soit décomposée. Et pour éviter les réponses fausses impactant la suite du sujet, ce serait plutôt une vérification des équations horaires.

Q4a. Déterminer les équations horaires de la vitesse horizontale $v_x(t)$ du X-track durant les phases 1 et 2.

Q4b. En déduire que les équations horaires donnant la position du X-track sont :

$$x(t) = 1,92xt^2 + 5 \quad \text{pour la phase } 0s \leq t \leq 3s$$

$$\text{et } x(t) = 11,5xt + 22,3 \quad \text{pour la phase } 3s \leq t \leq 10s$$

Q4c. **Compléter** le tableau et **tracer** la courbe de position du X-track.

Dates (en s)	Positions du Xtrack (en m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

<p>Position de l'athlète</p>	<p>Position de l'athlète</p>
<p>Q5. Indiquer si le X-track est capable de filmer correctement toute la course avec cette consigne de vitesse. Argumenter.</p>	<p>Q5. Indiquer si le X-track est capable de filmer correctement toute la course avec cette consigne de vitesse. Argumenter. Question qui pourrait être posée ainsi même si l'aspect « besoins exprimés » est encore une fois présent.</p>
<p>Q6. Préciser qui de l'athlète courant le 100 m en 9,58 s ou du X-track arrive en premier. Indiquer l'écart (différence de position) entre le X-track et l'athlète à l'instant où ce dernier franchit la ligne d'arrivée.</p>	<p>Q6. Préciser qui de l'athlète courant le 100 m en 9,58 s ou du X-track arrive en premier. Indiquer l'écart (différence de position) entre le X-track et l'athlète à l'instant où ce dernier franchit la ligne d'arrivée. Question qui pourrait être posée ainsi</p>
<p>Q7 et Q8 (moteur électrique, asservissement et stratégies de commande)</p>	<p>Q7 et Q8 (moteur électrique, asservissement et stratégies de commande) Questions non adaptées pour les sciences physiques</p>
<p>Partie 2 – Positionnement de la caméra du X-track</p> <p>Objectifs de cette partie : valider les performances de position en rotation de la caméra sur le X-track afin de centrer l'image sur les athlètes durant toute la course.</p> <p>Q9 à 12 Etude de l'angle initial, et de la rotation moteur, d'ordre de commande ...</p>	<p>Partie 2 – Positionnement de la caméra du X-track Q9 à 12 Etude de l'angle initial, et de la rotation moteur, d'ordre de commande ... Questions non adaptées pour les sciences physiques REMARQUE IMPORTANTE : En Sc physiques, en terminale, aucune étude angulaire n'est faite.</p>

Partie 3 Étude énergétique du déplacement du X-track

Objectifs de cette partie : **vérifier** les performances du système en terme de suivi d'un record du monde de 100 m.

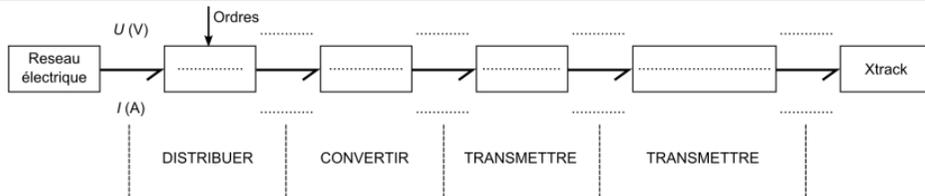
Le document technique DT2 montre l'architecture matérielle du système et mentionne les principales caractéristiques des différents éléments.

Une vue synoptique de la chaîne fonctionnelle de la tâche « tracter le X-track » a été réalisée sur le document réponse DR2. Les constituants de la chaîne d'énergie sont reliés entre eux par un *lien de puissance* (demi-flèche) transportant les deux grandeurs dont le produit caractérise le transfert de puissance entre ces constituants.

Par exemple lorsque l'on souhaite préciser les deux grandeurs précédentes sur un lien de puissance dans le cas d'une puissance électrique, la notation est la suivante :

$$\begin{array}{c} U(V) \\ \longrightarrow \\ I(A) \end{array}$$

Q14. Compléter, sur le document réponse DR2, le nom des composants réalisant les fonctions *distribuer*, *convertir* et *transmettre* puis **compléter** les deux grandeurs correspondant à la puissance transportée par chacun des liens de puissance.



On souhaite mettre en œuvre une stratégie pour :

- valider le choix du moteur de traction ;
- choisir un matériau pour le câble.

Le document réponse DR2 montre les différents points où sont modélisées les actions mécaniques compte-tenu des hypothèses ci-dessous.

Hypothèses :

- l'action mécanique de la pesanteur sur le X-track est un effort appliqué en G , centre d'inertie de l'ensemble {X-track + caméra}. Elle est notée \vec{P} ($pes \rightarrow Xtrack$) ;
- l'action mécanique du câble peut se résumer à un unique effort de la part du brin tendu sur le X-track appliqué au point A , point d'ancrage du brin tendu (l'action mécanique du brin mou est négligée). Elle est notée \vec{T} ($c\grave{a}ble \rightarrow Xtrack$)
- l'action mécanique de la résistance à la pénétration dans l'air sur le X-track est modélisée en B par la résultante. Elle est notée (en u_1) \vec{R} ($air \rightarrow Xtrack$) = $-32 \vec{x}$;

Partie 3 Étude énergétique du déplacement du X-track

Objectifs de cette partie : **vérifier** les performances du système en terme de suivi d'un record du monde de 100 m.

Q14. Compléter, sur le document réponse DR2, le nom des composants réalisant les fonctions *distribuer*, *convertir* et *transmettre* puis **compléter** les deux grandeurs correspondant à la puissance transportée par chacun des liens de puissance.

Il s'agit là d'une question de sciences de l'ingénieur qui n'aurait pas d'équivalent en sciences physiques.

Commentaires importants

La notion de chaîne fonctionnelle n'est pas traitée en sciences physiques.

La notion de puissance est rarement utilisée.

Cependant la notion de chaîne et de puissance est vue, de façon très simplifiée, en enseignement scientifique.

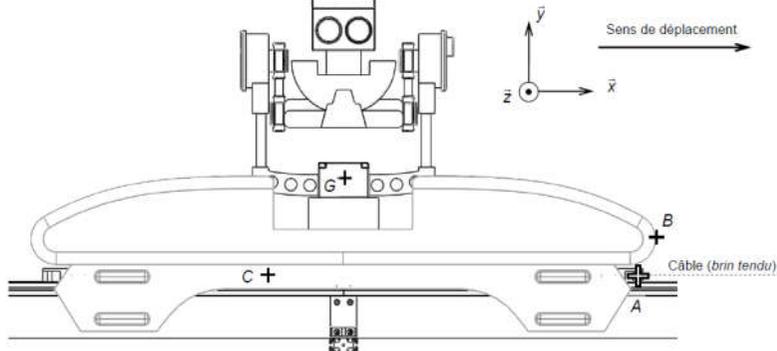
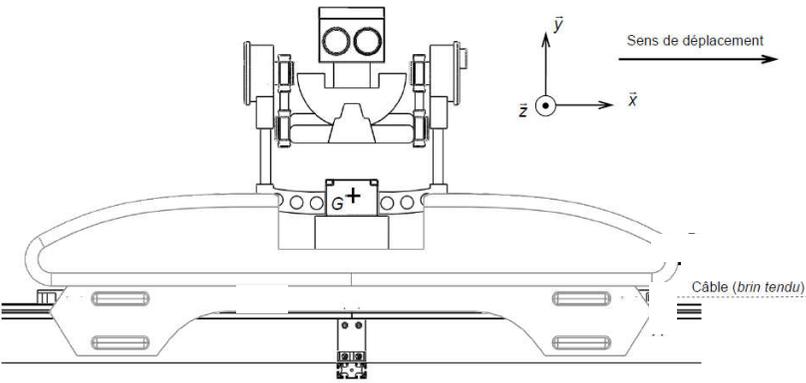
ATTENTION EN SCIENCES PHYSIQUE DE TERMINALE SEULE LA MECANIQUE DU POINT EST TRAITEE. DONC PAS DE MOMENTS DES FORCES. PAS DE SCIENCES DES MATERIAUX NON PLUS

Réécriture du document et des questions

Le système étudié, l'ensemble {camera X-Tract}, est assimilé à un système ponctuel placé en son centre de gravité G . Ce système est étudié dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Le système est soumis aux forces suivantes :

- La force de gravitation exercée par la Terre sur le système. Elle est notée \vec{P}
- La force de traction du câble sur le X-track. Elle est notée \vec{T}
- Les forces de frottement de l'air et des frottements sur le câble. Elles sont notées \vec{f}

<p>- l'action mécanique des rails sur le X-track, prenant en compte la résistance au roulement des galets, est modélisée en C par la ré \vec{R} (rails→Xtrack) = $-20 \vec{x} + 785 \vec{y}$</p> <p>Le modèle de pilotage du X-track est celui décrit par la figure 4. Pour cette étude, l'instant à considérer correspond à la fin de la phase d'accélération. À cet instant l'accélération du X-track est de $\frac{11,5}{3} \text{ m.s}^{-2}$ et sa vitesse est maximale.</p>	<p>- la réaction de rail sur le X-track. Elle est notée \vec{R} avec $\vec{R} = -\vec{P}$</p> <p>Pour cette étude, l'instant à considérer correspond à la fin de la phase d'accélération. À cet instant l'accélération du X-track est de $3,83 \text{ m.s}^{-2}$ sa vitesse est maximale la valeur des forces de frottements est $f = 52 \text{ N}$</p>
<p>Q15. Compléter le document réponse DR3 en indiquant aux différents points d'action, la direction et le sens des différentes actions mécaniques extérieures qui s'appliquent à l'ensemble {X-track + caméra}.</p> <p>Question Q15.</p> 	<p>Q15. En appliquant le deuxième loi de Newton à l'ensemble {X-track + caméra}, calculer l'intensité T de la force de traction du câble sur le X-track sachant que la masse du X-track vaut $m = 80 \text{ kg}$</p> <p>Seule la deuxième loi de Newton est applicable dans le cadre de la mécanique du point (pas le principe fondamental de la dynamique)</p>
<p>Q16. En appliquant le principe fondamental de la dynamique à l'ensemble {X-track + caméra}, calculer l'intensité de la résultante de l'action mécanique du câble sur le X-track en A sachant que la masse du X-track vaut $m = 80 \text{ kg}$.</p>	<p>Q16. Représenter sur le document en pièce jointe les forces appliquées au système. L'échelle de représentation imposée est $1\text{cm} \Leftrightarrow 100 \text{ N}$ Les forces seront appliquées au centre de gravité G du système.</p> 
<p>XXXXXXX</p>	<p>Des questions utilisant le théorème de l'énergie cinétique ou le théorème de l'énergie mécanique pourrait être ajoutées</p>
<p>Q17 à 20 – Calcul de Couples et choix de matériaux</p>	<p>Questions non adaptées aux sciences physiques de terminale</p>
<p>Partie 4 Q21 à 26 – Calcul de nombre de tour, de nombre d'impulsion et validation sous forme d'algorithme.</p>	<p>Questions non adaptées aux sciences physiques de terminale</p>
<p>Partie 5 Question 27 – Faire une synthèse du travail demandé</p>	<p>Question non adaptée aux sciences physiques de terminale</p>