


# *Analyse technique et biomécanique de la course de vitesse*

 Définition technique de l'activité course de haies.

  Analyse biomécanique.

 Biodynamique du passages des haies.

 Description des principes :

- Distance départ/ première haie.
- Le franchissement ou l'attaque de la haie.

## **Définition technique**

**La course de haies est une course de vitesse avec franchissements d'obstacles. Les principes de la course de vitesse doivent être respectés pour aller le plus vite possible. Ainsi, il faut réduire au maximum les sources de freinage (franchissement de la haie) et avoir une course la plus régulière possible sur le plan rythmique, notamment dans l'espace inter-haies.**

### ***A) LE FRANCHISSEMENT DE L'OBSTACLE :***

Il est nécessaire d'envisager le franchissement de l'obstacle non pas comme un saut au-dessus d'un obstacle, mais plutôt comme la suspension d'une foulée qui subit des modifications du fait de la présence d'un obstacle.

Dans l'idéal, il ne devrait pas y avoir de différence chronométrique un coureur de plat et un coureur de haies sur la même distance. Or, il en existe une qui se situe aux alentours de 2/10 s par haie pour un bon spécialiste.

En dehors des problèmes de fatigue, ceci est dû en grande partie à la suspension au dessus de la haie et au fait que cette suspension entraîne une perte de possibilité de propulsion. Cette phase de suspension doit répondre à un impératif : durer le moins longtemps possible.

Pour y parvenir, le franchissement de la haie s'organise en trois phases :

### 1) L'impulsion :

Elle est préparée par une course inter-haies bien réglée et bien rythmée : en effet, le coureur devra prendre son impulsion à une distance précise de la haie, son point d'attaque. Le non respect de ce point implique soit une distance de suspension plus longue (s'il est en avance), soit un saut plus haut (s'il est en retard) ce qui revient au même : un temps de suspension plus long.

L'impulsion s'effectuera par une très forte poussée de la jambe d'appel, alors que la jambe libre, fléchie (le talon sous les fesses) et le genou haut, se projettera violemment en avant, sans toutefois se tendre complètement pour passer par dessus la haie.

En fin d'impulsion, le coureur va incliner ses épaules en avant afin d'abaisser son centre de gravité.

### 2) La suspension :

Le coureur a décollé et sa jambe d'attaque continue de se tendre alors que le buste se fléchit de plus en plus. Les bras ont un rôle équilibrateur très important durant cette phase. La jambe d'appel est ramenée latéralement dans un plan oblique et franchit la haie le genou à la hauteur du bassin. Le coureur franchit la haie en la frôlant de très près de manière à placer son centre de gravité le plus bas possible.

### 3) La reprise d'appui :

Une fois que le centre de gravité a franchi la haie, le coureur va amener sa jambe d'attaque très rapidement au sol en l'abaissant fortement. Il devra chercher à placer son appui en arrière de son centre de gravité de manière à réduire l'affaissement de sa jambe d'appui. Pour cela, il va prendre appui activement le plus près possible de la haie.

Parallèlement, l'athlète va redresser son buste, placer ses bras, et monter son genou libre très haut de manière à reprendre une attitude la plus proche possible de celle de la course.

## B) L'ESPACE INTER-HAIES :

Afin de préparer au mieux l'impulsion sur la haie suivante, l'athlète devra avoir une course réglée parfaitement entre les haies. Du fait des distances officielles entre les haies, le coureur prendra huit appuis après le départ et quatre entre chaque haies pour un 110 m (le nombre pair lui permettra ainsi d'attaquer les haies toujours du même pied).

Le hurdler aura donc une course très vélocé et très puissante dès le départ afin de franchir la première haie sur le même rythme que les autres. 📌

## Analyse biomécanique

Pour répondre aux problèmes posés par la présence de l'obstacle, il est important de mettre en évidence les paramètres pouvant influencer le franchissement de la haie :

### 1. Vitesse d'approche et jambe d'attaque :

L'attaque commence au moment de la pose du dernier appui avant la haie «appel» et se termine à la réception de l'appui de la jambe libre « reprise » (figure 1). Elle devra tout de suite entrer en action pour continuer la propulsion du hurdler vers l'avant, tout en contrôlant sa hauteur du centre de gravité (CG), (H, figure1).

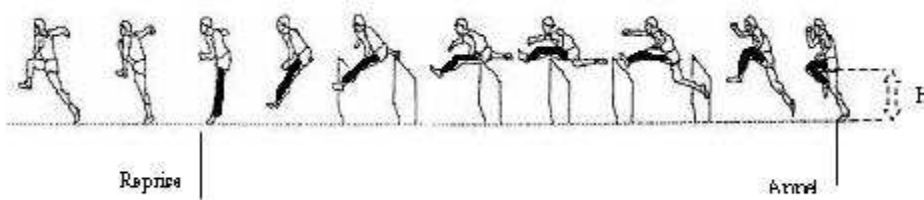


Figure 1. de l'appel à la reprise

\* **hurdler** = coureur de haie, terme anglais

### 1.1- La forme de la jambe d'attaque :

Engagement et fixation du genou de la jambe d'attaque vers l'avant proche de l'horizontale. La jambe d'attaque légèrement fléchie favorisant ainsi une grande vitesse d'exécution (figure 2). Dans le cas contraire, c'est-à-dire jambe complètement tendue, la vitesse d'exécution sera lente, la vitesse du segment jambe-pied sera diminuée. Après le passage du CG à la verticale de l'appui la jambe d'attaque rapide devra retrouver le sol par un « griffé » (figure 3).

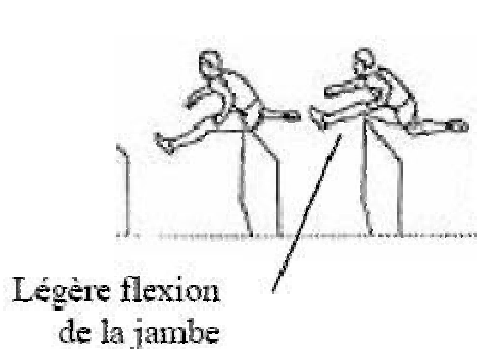


Figure 2. position de la jambe d'attaque

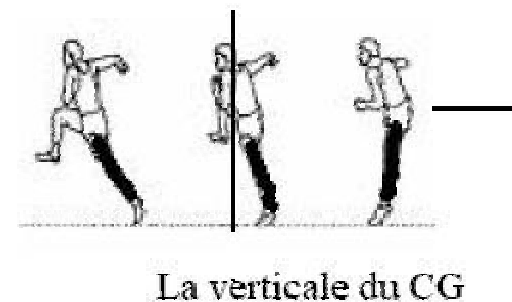


Figure 3. passage du CG à la verticale moment de la reprise

### 1.2- La distance d'attaque :

L'attaque lointaine de la haie reste un élément clé de la réussite du franchissement de l'obstacle. La distance d'attaque est fonction de la vitesse d'approche. Un accroissement de la vitesse augmente la distance d'appel. Ainsi plus la vitesse est grande plus l'attaque est horizontale et l'esquive rapide. Il existe une distance optimale d'environ 2 mètres pour les hommes et 1.90 m. pour les femmes car, trop longue ou trop courte elle oblige le coureur à sauter.

### 1.3- L'action de la jambe d'appel :

Accélération vers l'avant du CG pour avoir la trajectoire la plus tendue possible. L'accélération favorisée par l'inclinaison avant du grand axe du corps : pied d'appel, CG et tronc (figure 4). Cette inclinaison est obtenue par

une accélération du tronc vers l'avant et par la montée du genou « jambe libre » vers la haie et la poussée de la jambe d'appui « appel ».



Figure 4 : alignement du grand axe du corps

## 2. La foulée sur la haie :

Elle est caractérisée par une phase de suspension. Cette phase doit impérativement répondre à une durée la plus courte possible. Pour y parvenir, la durée de la trajectoire du corps est déterminée par la hauteur du CG (H, figure 5). Si cette hauteur est importante la durée de suspension le sera aussi.

Par ailleurs, il faut faire la distinction entre le placement du CG lors d'un saut et celui d'une foulée.



Figure 5. la période de suspension

## 3. La différence entre un saut et une foulée :

La différence réside dans la direction de l'impulsion et par deux paramètres où la poussée sera exercée :

- la hauteur du CG par rapport au sol (h, figure 6.7) ;
- la distance entre la verticale abaissée du CG et la position de pied d'appel (d, figure 6.7)

La différence de ces deux dimensions fera apparaître soit un saut à dominante verticale, soit un saut à dominante horizontale, soit une foulée (tableau 1).

Le saut à dominante verticale	Le saut à dominante horizontale	La foulée
-------------------------------	---------------------------------	-----------

<ul style="list-style-type: none"> <li>- La vitesse horizontale acquise pendant la course doit être transformée en vitesse verticale</li> <li>- Le chemin d'impulsion est en deçà de la verticale du pied d'appel</li> <li>- Au moment de l'appel le CG sera très en arrière grâce à une prise d'avance des appuis/tronc (d, figure 6)</li> <li>- Le CG très bas</li> <li>- Direction du saut vers le haut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La vitesse doit être importante au moment de l'envol</li> <li>- Le chemin d'impulsion est au-delà de la verticale du pied d'appel</li> <li>- Comme le saut en hauteur abaissement du CG au moment de l'appel, mais moindre, ainsi que la prise d'avance des appuis/tronc (d, figure 7)</li> <li>- Le CG plus bas que la foulée normale</li> <li>- L'impulsion sera orientée vers l'avant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La foulée ne montre pas une élévation importante du CG dans la suspension</li> <li>- Au moment où le pied prend contact avec le sol il est directement sous le CG, absence de prise d'avance des appuis/tronc (figure 8)</li> <li>- Le CG moins bas que lors des sauts à dominante horizontale et verticale</li> </ul>
---	--	---

Tableau 1. comparatif entre les différents sauts et la foulée

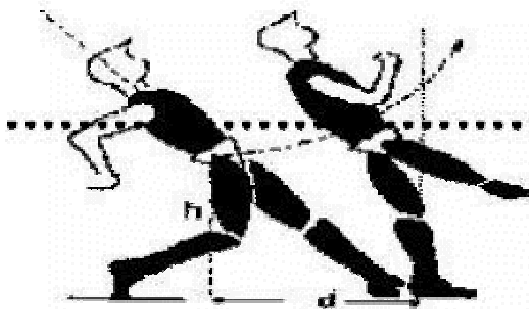


Figure 6. saut à dominante verticale

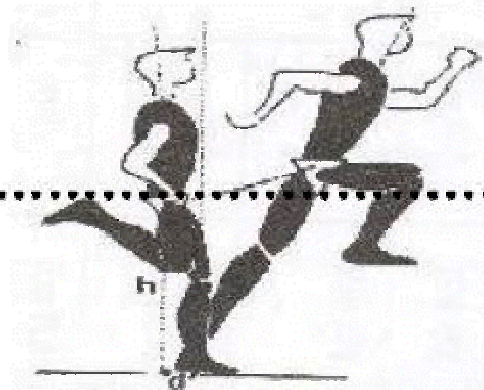


Figure 7. saut à dominante horizontale

Fi

Ajouter à ces différences, la différence du placement des bras de chaque dominante. On va surtout s'intéresser au travail des bras pendant le franchissement de la haie.

#### 4. Le rôle des bras :

Au moment de l'appel, l'action des bras favorise surtout l'équilibre général du coureur. En effet, la jambe d'attaque portée en hauteur et loin vers l'avant entraîne une rotation importante du bassin sur le côté. Pour un coureur ayant comme jambe d'attaque droite, la rotation du bassin sera à gauche (figure 9).

Au moment de l'attaque, l'action des bras et des épaules cherchera l'équilibre en créant une rotation aussi ample mais dans le sens inverse de la rotation du bassin. En réalité plus le coude gauche (pour une attaque jambe droite) sera

porté rapidement loin vers l'avant plus la jambe d'attaque pourra s'élever rapidement sans contrarier l'équilibre général du coureur. Il est nécessaire que le coude droit monte vers l'arrière (figure 9) pour créer un synchronisme entre les deux bras, de plus l'épaule droite doit être « fixée » pour éviter une rotation importante de la ligne des épaules vers l'arrière et agir sur le tronc en le faisant avancer (figure 9).

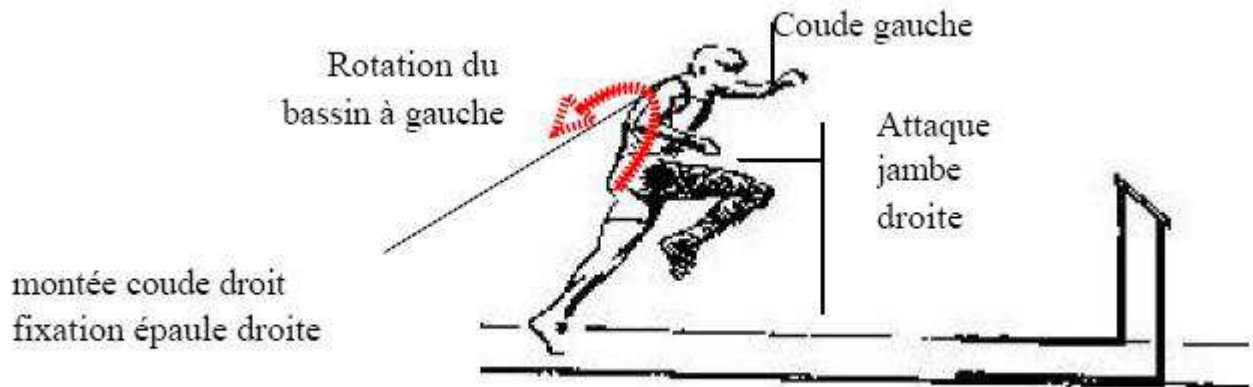


Figure 9. le placement des différents segments

### 5. Reprise derrière la haie :

Action équilibrée et propulsive des segments libres : relance du bras droit juste après la reprise de la jambe d'appui. L'objectif principal consiste à obtenir une trajectoire du CG vers l'avant et pour cela il faut que :

- Le CG ne soit pas trop haut
- Le centre de gravité vient de l'arrière pour passer sur l'appui (CG, figure 10)
- Réduire les phases de freinage, pas de temps de latence \* à la réception pour enchaîner la poussée suivante (figure 11)
- La hauteur du CG doit être la plus proche possible de celle de la phase de poussée suivante.



Figure 10. le placement du CG lors de la reprise

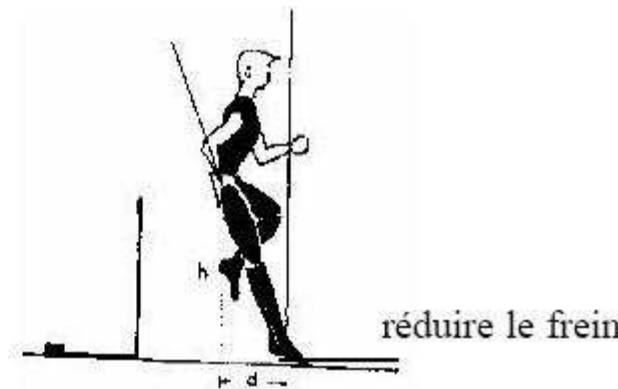


Figure 11. la phase de la reprise

## **Biodynamique du passages des haies**

Cette analyse a été réalisée à partir de mesures faites à l'aide de plates formes dynamométriques placées à l'impulsion et à la réception d'un obstacle. Elle enregistre les images et les forces lors du dernier appui ainsi que la vitesse de franchissement de la haie.

### 1. Caractéristiques temporelles :

la vitesse de franchissement des obstacles est de  $6.5 \text{ mètres/seconde} \pm 0.71 \text{ m/s}$ . La longueur de la foulée, au moment du passage  $3.47 \pm 0.17 \text{ m}$  (D, figure 12). La distance depuis l'emplacement de la jambe d'appel jusqu'à l'obstacle, et de l'obstacle jusqu'à l'emplacement de la jambe de reprise est respectivement de  $2.08 \pm 0.09 \text{ m}$  (D1, figure 12) et  $1.39 \pm 0.13 \text{ m}$  (D2, figure 12). Il ressort donc que la longueur de franchissement et ses caractéristiques propres dépendent de la longueur des jambes et du style de course (V. Tjupas).



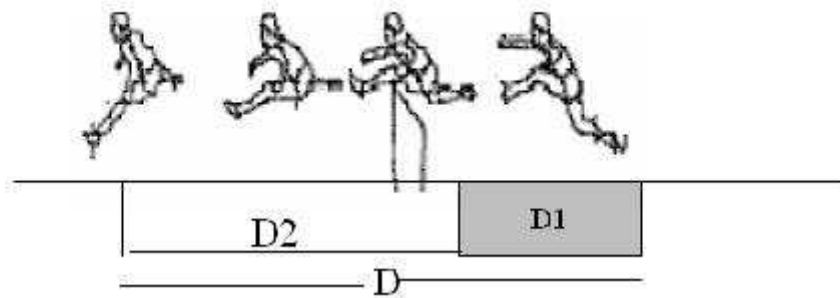


Figure 12. la longueur de la foulée lors du franchissement

## 2. Réaction d'appui :

Les coureurs les plus qualifiés présentent un indice de freinage lors de l'attaque particulièrement faible, par conséquent une perte de vitesse moins importante du CG et une trajectoire de franchissement de l'obstacle moins brusque. Tout cela grâce à une réduction du freinage de l'attaque.

## 3. L'appel :

L'appel doit correspondre de façon optimale à la vitesse de course, à la masse du corps de l'athlète et à ses capacités de vitesse- force.

Il est possible de réduire le temps de freinage :

- soit en posant la jambe d'appel plus verticalement (figure13);

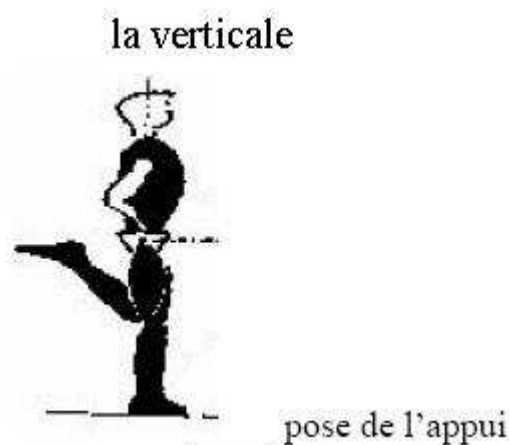


Figure13. la pose verticale de l'appel lors de la dernière foulée avant le franchissement de l'obstacle

- ou en augmentant la puissance au niveau des articulations de la hanche et des genoux;

- ou en conjuguant les deux procédés.

De plus, le rôle le plus déterminant lorsqu'il s'agit de freinage de la jambe d'attaque pourrait être joué par divers moments de force. Au moment de l'attaque, et juste à son début les moments de force dans les articulations proximales \* des deux jambes provoquent leur rapprochement.

- au niveau de l'articulation coxo-fémorale de la jambe d'appel, le moment d'extension se développe alors que sous l'action du poids du corps et des forces d'inertie la cuisse se plie (figure 14).

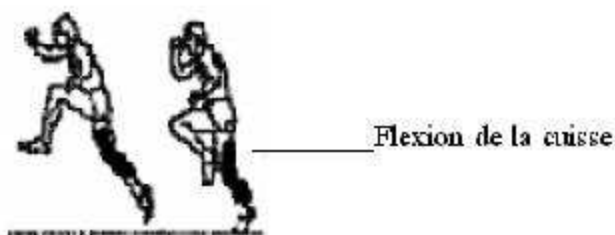


Figure14. sous l'influence du poids du corps et forces d'inertie flexion de la cuisse

- au niveau de l'articulation du genou de la jambe d'attaque, c'est la phase de flexion qui se développe (figure 15) comme si le coureur voulait «attirer l'appui sous lui même».

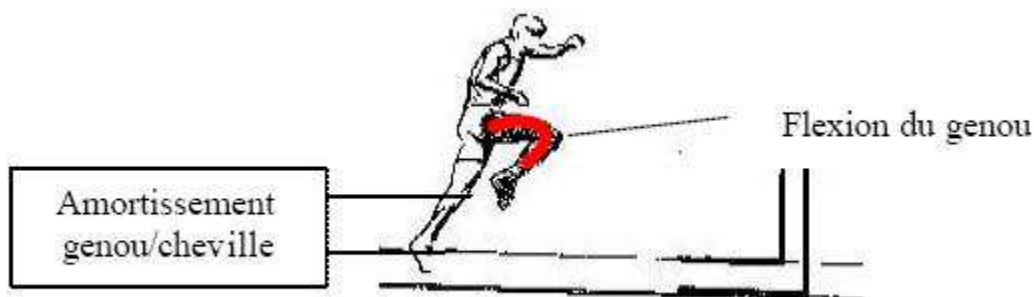


Figure15. action du genou de la jambe d'attaque

Les moments de force au niveau des articulations distales \* de la jambe d'appel sont pratiquement tout le temps orientées vers les amortissements et contre une réduction angulaire du genou et de la cheville (figure 15).

#### 4. Période sans appui :

L'action des moments de force au niveau des articulations proximales correspondantes des deux jambes s'exerce dans des directions différentes et conduit un rapprochement des deux cuisses (figure 16). Dès que le genou de la jambe d'appel a franchi l'obstacle, la vitesse de flexion de la cuisse décroît brutalement sous l'action du moment de force dirigé vers son extension. L'action de flexion, au niveau de l'articulation coxo- fémorale de la jambe d'attaque entraîne un abaissement de la cuisse jusqu'à ce que le genou franchisse la haie. La jambe se fléchit dès que le pied passe la haie (figure 16).

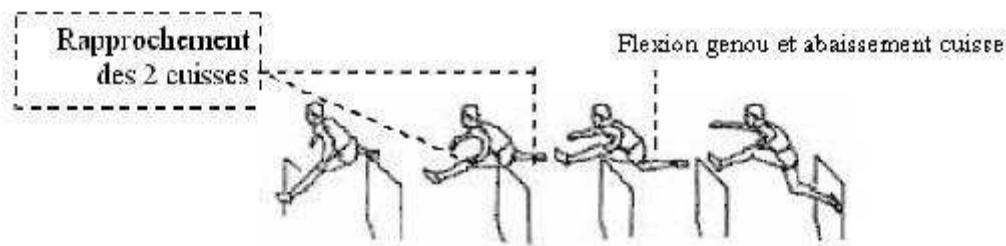


Figure16. Les moments sans appuis



- \* **proximales** : les articulations se situant à l'extrémité proche de l'axe du corps.
- \* **distales** : les articulations se situant à l'extrémité éloignée de l'axe du corps.

### 5. Période d'appui à la sortie de l'obstacle :

Ici on remarque que le mouvement de rotation de la cuisse de la jambe d'appel et du moment des forces au niveau de l'articulation coxo-fémorale ont des directions différentes. La jambe qui franchit latéralement la haie, sous l'action du moment de l'extension, s'abaisse, tandis que le mouvement de « fouetté » de la jambe ralentit sous l'action du moment de flexion. Ici on enregistre une action importante des muscles de l'articulation coxo-fémorale, exercée sur les cuisses des deux jambes, et qui provoque le rapprochement des deux cuisses pendant toute la durée de la période d'appui. Au niveau des articulations distales de la jambe d'appui, les moments tendent vers l'amortissement, lui-même suivi d'un mouvement de la jambe qui se repousse du sol. Comme lors de la première période d'appui, on remarque ici aussi un mouvement d'amortissement du pied suivi d'une rotation rapide dans le sens de la jambe qui se repousse du sol.

### Description des principes

- Départ/première haie :

La distance du départ à la première haie étant de 13,72 m pour le 110 m H. (13 m pour 100 H), l'athlète devra étalonner sa course en fonction de sa taille, donc de la longueur de ses foulées, pour se présenter devant la première haie dans une position favorable au franchissement de celle-ci avec la vitesse optimale compatible avec la distance relativement courte de mise en action. Généralement la distance est parcourue en 8 foulées, 7 pour les grands gabarits.

Le départ se faisant en starting-blocks, pour 8 foulées ou 8 appuis, la position de départ dans ceux-ci se fait jambe d'impulsion en avant. La distance étant trop petite pour atteindre sa vitesse maximum l'athlète devra arriver sur l'obstacle avec la plus grande vitesse compatible avec un redressement du buste nécessaire à l'impulsion pour le bon franchissement de l'obstacle.

Pendant les premières foulées, le corps est incliné en avant, mais dès la 5ème (cas le plus fréquent), l'athlète a pratiquement terminé son redressement de façon à prendre son rythme de course dès la 6ème foulée.

- Le franchissement ou l'attaque de la haie :

La hauteur de la haie étant supérieure à l'enfourchure du coureur, cela nécessite une élévation du centre de gravité. Pour que la perte de temps soit minimum, il faut que la phase de suspension nécessaire au franchissement soit la plus courte possible.

Il faut donc aborder l'obstacle sans diminuer sa vitesse. Limiter le temps de suspension au dessus de l'obstacle par une élévation minimum du bassin. Se trouver après le franchissement dans une position favorable à la reprise de course.

#### ✓ Approche de la haie et impulsion :

L'impulsion à l'attaque de la haie détermine pour une grande part le franchissement et la réception.

La distance d'attaque (DA)

Le temps de suspension en l'air étant proportionnel à l'élévation du centre de gravité sur l'obstacle (plus on s'élève et plus on met de temps à retomber), il est donc préférable en vue d'un gain de temps d'avoir pour le centre de gravité (CG) une trajectoire de forme parabolique rasante plutôt qu'en cloche.

$$T = 2\sqrt{2h/g} \quad h = \text{hauteur de la flèche} \quad g = \text{accélération de la pesanteur}$$

Tronc face à la direction de course et ainsi d'assurer l'équilibre de l'athlète pendant le franchissement de la haie.

Pour une jambe d'impulsion gauche, le lancer de la jambe libre droite a tendance à provoquer une rotation du bassin et de l'axe des épaules nuisible à l'équilibre et à la progression du coureur. C'est pourquoi il est important de fixer le côté gauche du corps par une avancée du bras gauche qui, ayant tendance à faire pivoter la ceinture scapulaire dans le sens contraire du bassin, empêche celui-ci de pivoter. Le coude du bras du côté de la jambe libre reste au niveau du tronc pour éviter le retrait de l'épaule de ce côté.

#### ✓ La suspension :

Dès l'instant où la poussée est terminée et où le pied de la jambe de poussée quitte le sol, le corps passe en suspension. A cet instant, la trajectoire du centre de gravité de l'athlète est déterminée. C'est une parabole que les mouvements de l'athlète n'influenceront plus. Pendant cette suspension, l'athlète doit conserver son équilibre et rechercher la position la plus favorable à la reprise de la course.

Dans un premier temps, il y a inclinaison plus prononcée du tronc en avant jusqu'à ce que la jambe d'attaque commence son action vers le bas et l'arrière (environ le passage du genou de celle-ci au dessus de la haie). A ce moment, la jambe d'impulsion doit effectuer le passage de la haie sans accrochage. Ce passage s'effectue par flexion de la jambe sur la cuisse et du pied sur la jambe. Il y a un passage d'un plan vertical à un plan horizontal par un mouvement d'abduction au niveau de la hanche. (Règles des 90°).

**Dès que la jambe libre s'abaisse vers le sol, il y a progressivement redressement du tronc qui favorise le retour de la jambe d'impulsion à un plan horizontal, le genou haut, favorable à la reprise de la course. Pendant la suspension, les bras ont un rôle équilibrateur.**