



COMPRENDRE LA FORCE ET LA PUISSANCE

LA PUISSANCE, UNE CAPACITÉ PHYSIQUE TENTACULAIRE

«La puissance musculaire est la capacité à produire un certain niveau de force avec la plus grande vitesse de contraction possible.» (Miller, 1997).

C'est donc la combinaison efficace de l'ensemble des qualités de force et de vitesse, optimisées à la tâche sportive. La puissance regroupe les interactions entre les qualités de force et de vitesse, qui se déclinent en explosivité, puissance force, puissance vitesse, ou encore en force à vitesse maximale.

Les concepts de force, de vitesse, de puissance sont capitaux en méthodologie de l'entraînement. Lorsque l'on approche ces notions pour la première fois il n'est pas rare de se trouver en proie à la confusion face à la pluralité des termes employés et la fausse similarité entre eux.

Afin de bien comprendre ce qui se cache derrière la mécanique de la puissance, il convient d'en préciser les différentes composantes.

$$\text{PUISSANCE (W)} = \text{TRAVAIL (J)} / \text{TEMPS}$$

$$\text{TRAVAIL} = \text{FORCE (N)} \times \text{DISTANCE (M OU CM)}$$

$$\text{DISTANCE} = \text{HAUTEUR DU LEVÉ}$$

$$\text{FORCE} = \text{MASSE LEVÉE (KG)} \times \text{ACCÉLÉRATION (m.s}^{-2}\text{)}$$

CALCULER UNE PUISSANCE

La puissance n'est pas une qualité aussi simple qu'il n'y paraît, elle met en relation les importants concepts que sont le travail et la durée:

$$\text{PUISSANCE} = \frac{(\text{MASSE LEVÉE} \times \text{ACCÉLÉRATION} \times \text{DISTANCE})}{\text{TEMPS}}$$

Considérant que la vitesse représente la distance divisée par le temps et écartant la hauteur du levé de l'équation nous obtenons :

$$\text{PUISSANCE (WATT)} = \text{FORCE (NEWTON)} \times \text{VITESSE (M/S)}$$

Éclairons maintenant ces définitions à l'aide de deux exemples tirés des sports de force.

Tout d'abord, quand un champion de force athlétique d'un poids de corps de 140kg réalise un soulevé de terre (durée de l'effort 2s ⁽¹⁾) de 405kg sur un trajet de la barre de 40 cm cela donne la puissance absolue de 794 watts et une puissance relative à poids de corps de l'athlète de 5,7 watts.

Ensuite, quand un haltérophile de 120kg épaulé 265kg (durée de l'effort 0,9s) sur une distance levée de 90cm, la puissance absolue est de 2597 watts pour une puissance relative de 21,6 watts. L'haltérophile est presque 4 fois plus puissant pour une charge 140 kg plus légère!

Ces deux exemples illustrent parfaitement les concepts de force, de vitesse et de puissance et démontrent que les termes ne se sont pas interchangeables.

(1) Pour faire simple (dans la réalité scientifique, les choses sont un peu différentes et parfois sujettes à controverses), le système énergétique dominant est le système ATP-CP. C'est le système énergétique qui déclenche le plus rapidement et avec la plus forte intensité. Il fournit l'essentiel de l'énergie nécessaire à la resynthèse de l'ATP au cours des premières secondes d'un exercice intense (sprint court, exercices de force, détente...). Le temps durant lequel ce système peut être maintenu à plein régime est de l'ordre de 7s. À moindre intensité, cette durée sera d'environ 20s en interaction avec les autres systèmes énergétiques.

COMPRENDRE LA CONTRACTION MUSCULAIRE

Lorsque l'on s'intéresse plus avant à la contraction musculaire, plusieurs observations se dégagent. Si, originellement, la biomécanique nous en fournit une description simple, axée sur un muscle isolé, la considération de l'athlète en mouvement ne rend pas l'analyse aussi évidente. Nous avons tout de même tenté de faire le lien entre les sciences du sport et la pratique de terrain dans un but didactique. Nous présentons dès lors nos excuses aux chercheurs en biomécanique pour les raccourcis que nous avons parfois été obligés de prendre entre théorie et pratique.

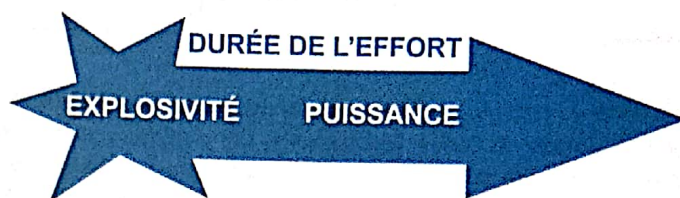
LES PHASES DE L'IMPULSION MUSCULAIRE

Lors de la contraction musculaire, on observe un développement rapide de la production de force, ou RFD (rate of force development), acronyme anglais parfois utilisé pour mesurer le temps d'atteinte du pic de force. Plus le mouvement est explosif plus la montée est abrupte et plus le temps d'atteinte du pic est court. Il s'agit de l'explosivité. Miller et Quièvre la définirent précisément à l'INSEP il y a quelques années comme «la capacité de l'athlète à faire varier brusquement sa propre quantité de mouvement ou celle d'un engin sur lequel il agit». Il s'agit donc de la promptitude à générer du mouvement efficace. Nous l'appellerons la force instantanée.

Il est possible d'approcher, sur le terrain, l'évaluation de cette force instantanée grâce aux tests présentés dans la partie consacrée à la puissance. Construits sur des bases d'épaulés, de bondissements et de lancers, ce sont des tests empruntés à l'haltérophilie et à l'athlétisme.

Notons que le pic de force est proportionnel à la force exercée par le sportif. Tous les tests de force maximale (1RM) que l'on retrouvera dans notre chapitre dédié à l'évaluation de la force peuvent nous donner une idée de son expression de terrain. Nous constatons qu'une fois ce pic passé, peut apparaître un plateau de force plus ou moins long*. Tous les tests d'endurance de force que nous vous proposons ici sont liés à l'expression de ce plateau de force.

L'ensemble de ces éléments peut être observé au travers d'une modélisation théorique de l'impulsion musculaire dans un rapport force/temps.

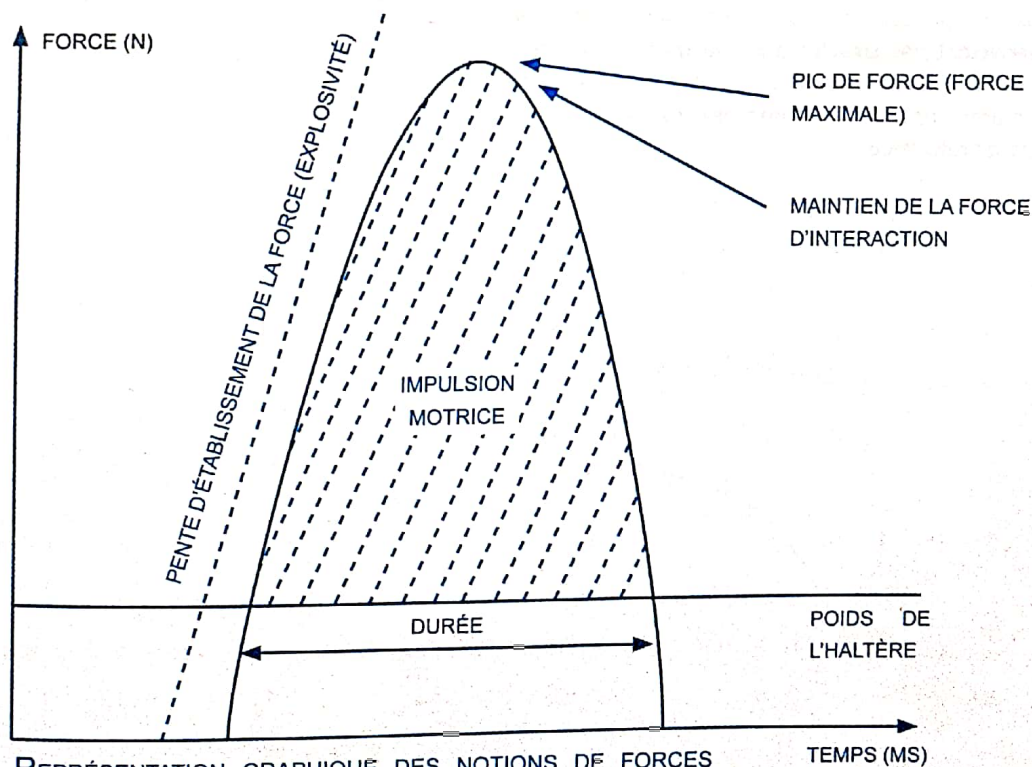


LES DIFFÉRENTES MODALITÉS DE LA FORCE** : LE LANGAGE DE TERRAIN

Tous les préparateurs physiques et les spécialistes de la force lui reconnaissent l'existence de différents «registres». Pour s'y retrouver sur le terrain et bien comprendre les plans d'entraînements présentés dans la littérature, quelques définitions s'imposent. Nous garderons à l'esprit que ces dernières n'ont pas valeur de gage scientifique, mais qu'elles nous permettent de cibler un axe homogène de pensées.

LA FORCE MAXIMALE

Capacité à produire le plus haut niveau de force possible, soit la charge la plus lourde, sans accorder d'importance à la vitesse de contraction. En effet, elle ne peut être que limitée dans la mesure où le poids de la charge est maximal.



REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES NOTIONS DE FORCES D'INTERACTION ET DE FORCES D'IMPULSION

LA FORCE VITESSE

Capacité à produire un certain niveau de force mais avec la plus grande vitesse de contraction possible. On y retrouve toutes les interactions entre la force et la vitesse, notamment les différentes déclinaisons de la puissance comme la puissance-vitesse, la puissance-force ou encore l'explosivité.

L'ENDURANCE DE FORCE

Chaque qualité de force est déclinable dans la durée et dispose donc d'une endurance de force.

Si la plupart des tests sans équipement ne permettent d'évaluer que l'endurance de force fondamentale, il importe de considérer les autres déclinaisons de la force dans le temps, telles que l'endurance de force maximale ou l'endurance de puissance.

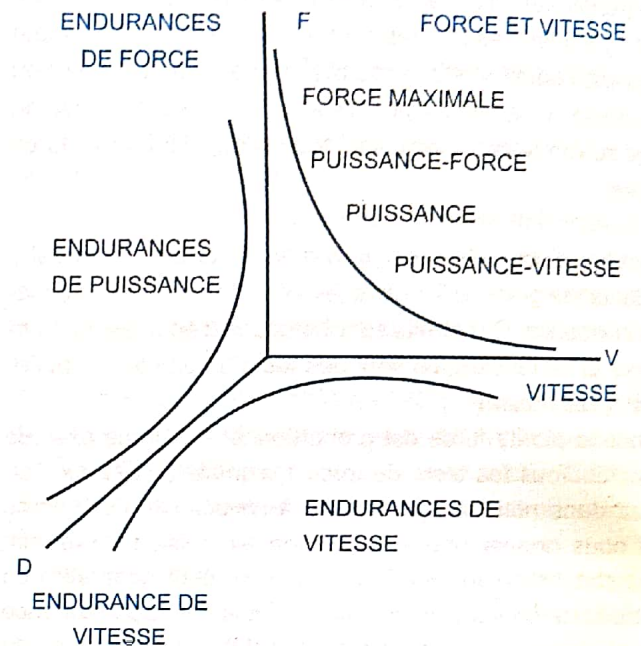
L'endurance de force fondamentale est la capacité à produire un certain niveau de force sur une durée aussi longue que possible sans trop s'attacher à la vitesse de contraction.

On parle donc plutôt de forces et vitesses au lieu de la force et de la vitesse, lesquelles se déclinent dans le temps. Le modèle d'Edgerton permet de mieux comprendre ces principes en donnant à lire les différentes qualités de force, de vitesse et d'endurance dans un schéma FORCE/VITESSE/TEMPS.

(1) Dans le cas d'activités explosives de type pliométrique comme les sauts, ce plateau peut être quasi inexistant.

(2) Selon les écoles de pensée, les modes, les auteurs, etc., ces expressions ne renvoient pas exactement à la même définition. Nous proposons ici des modèles pouvant convenir à tous et laissant chacun libre d'aller plus avant dans son interprétation en fonction de ses auteurs de référence.

MODÈLE D'EDGERTON





LANCER DE MEDECINE BALL COSTAL

VITESSE

FORCE

ÉVALUER LA PUISSANCE DES MEMBRES SUPÉRIEURS EN ROTATION

SPORTS CONCERNÉS

5 minutes

- Les sports à passe latérale utilisent souvent ce test. C'est notamment le cas du Rugby.

OBJECTIFS DU TEST

- Évaluer la puissance des membres supérieurs en rotation

MATÉRIEL

- 1 medecine ball de 2 ou 4 kg
- 1 rouleau de mesure
- 2 à 3 évaluateurs



- Très simple à mettre en œuvre
- Très rapide
- Permet, grâce à la position verticale et à la rotation, de mesurer plus spécifiquement la puissance pour certaines disciplines.



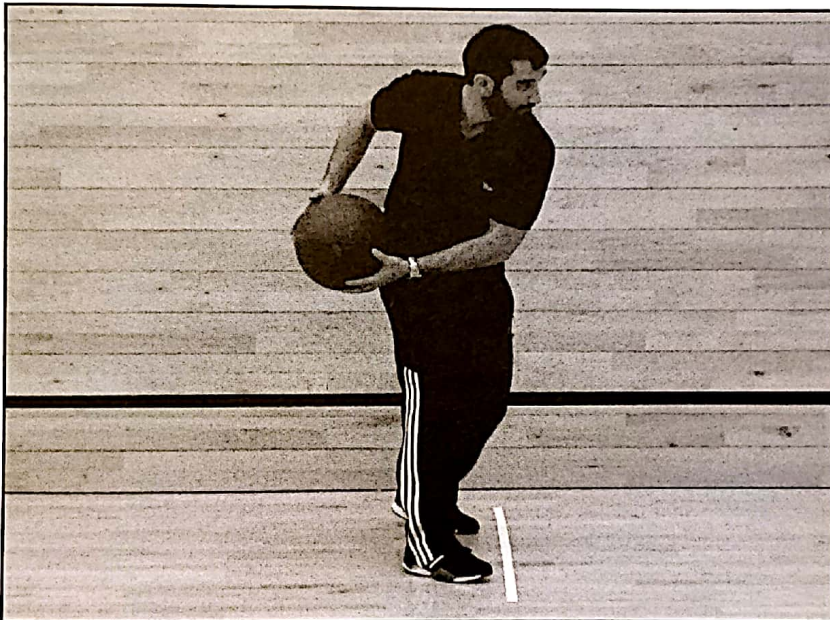
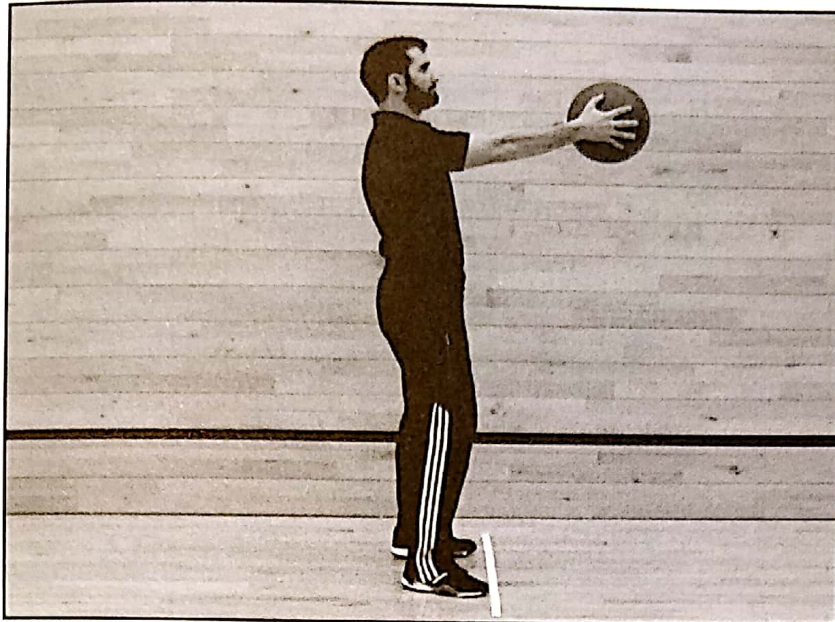
- 2 à 3 personnes sont nécessaires à l'administration de ce test
- La position verticale permet certaines formes de « triches » en n'isolant pas le haut du corps.

DÉROULEMENT DU TEST

1. Le sportif se tient droit debout derrière une ligne tracée au sol.
2. Il saisit le medecine ball en positionnant ses mains sur l'arrière de ce dernier. La position de départ implique les bras tendus vers l'avant.
3. Lorsqu'il est prêt, le sportif effectue une rotation du haut du corps, descendant le ballon à hauteur de l'une de ses hanches afin de se donner l'amplitude nécessaire au lancer.
4. Il projette le ballon aussi loin que possible, droit devant lui. Il est autorisé à faire un pas en avant une fois que le ballon a quitté ses mains.
5. Le meilleur des 3 essais est enregistré.

L'un des évaluateurs se tient à proximité de la zone de rebond du ballon et positionne une bande adhésive ou marque l'endroit d'un coup de craie. Ce test peut également se faire à genoux afin de n'engager que le haut du corps dans l'évaluation. Dans ce cas de figure, le test perd en spécificité pour les sports se déroulant en position verticale.

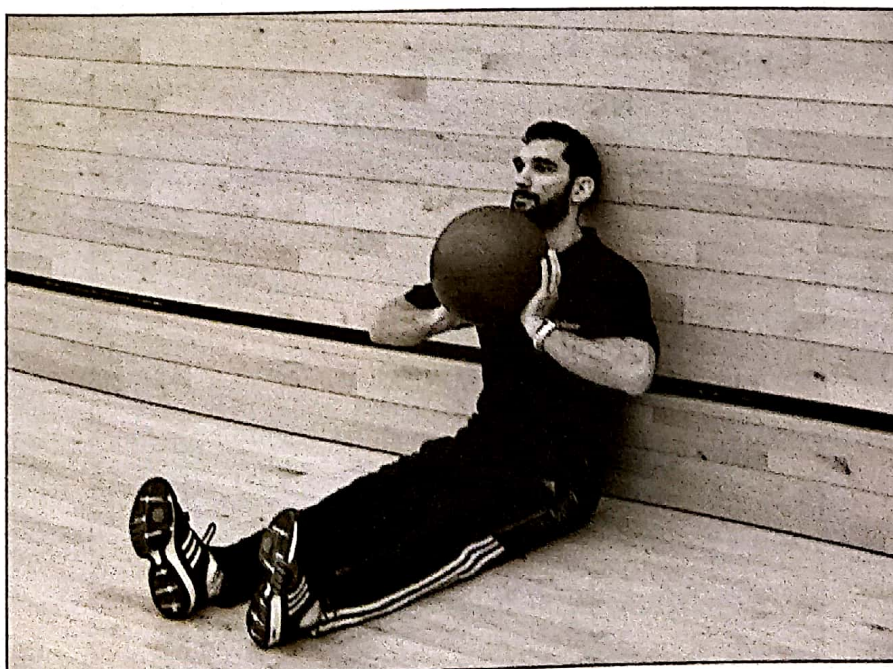
Il est possible de modifier ce test en obligeant le sportif à conserver les pieds parallèles (le pas en avant n'est alors pas autorisé).

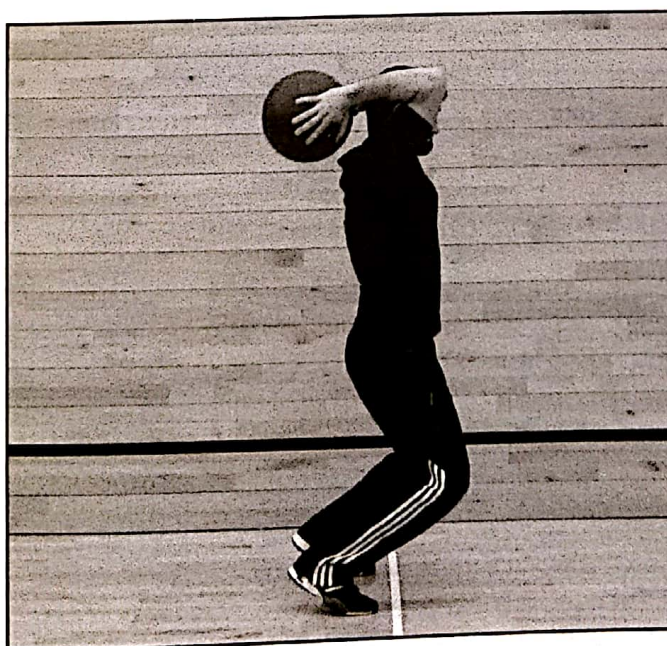
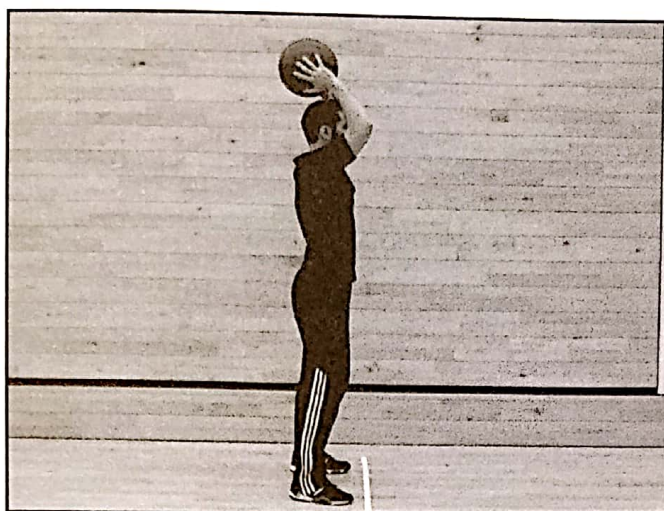


DÉROULEMENT DU TEST

1. Le sportif s'installe dos au mur, jambes étendues sur le sol.
2. Il saisit le médecine ball en positionnant ses mains sur l'arrière de ce dernier. La position de départ du ballon est contre la poitrine, coudes écartés.
3. Le sportif lance ensuite le ballon aussi fort qu'il le peut, de sorte qu'il aille verticalement le plus loin possible.
4. La distance parcourue par le ballon est mesurée en partant du mur et arrondie aux 10 cm les plus proches.
5. Le meilleur des 3 essais est enregistré.

En fonction des besoins de l'évaluateur, il est également possible de réaliser ce test sans mur, ce qui autorise un contre-mouvement avec le dos et la hanche. L'un des évaluateurs se tient à proximité de la zone de rebond du ballon et positionne une bande adhésive ou marque l'endroit d'un coup de craie.







SAUT HORIZONTAL

VITESSE

FORCE

ÉVALUER LA DÉTENTE HORIZONTALE DU SPORTIF

SPORTS CONCERNÉS

5 minutes

- En priorité les sports à sauts (disciplines athlétiques), à grande amplitude ou contre sauts (sports de pleine nature : raids, orientation, etc.). Dans une moindre mesure les sports à forte accélération horizontale (sports collectifs).

OBJECTIFS DU TEST

- Évaluer la détente sèche horizontale d'un sportif
- Établir un indice de puissance des membres inférieurs dans l'horizontalité

MATÉRIEL

- 1 surface de saut plane mesurant 6 mètres dans la longueur. Ce peut être un praticable, un terrain en herbe ou stabilisé, une piste d'athlétisme, un tapis de combat s'il est suffisamment rigide. Ne pas changer de lieu si vous souhaitez comparer deux tests.
- 1 bande de mesure d'au moins 3 mètres de long
- De quoi marquer le résultat au sol (bande adhésive ou craie)



- Très simple à mettre en œuvre
- Très rapide
- Nécessite peu de matériel
- Permet des comparaisons précises

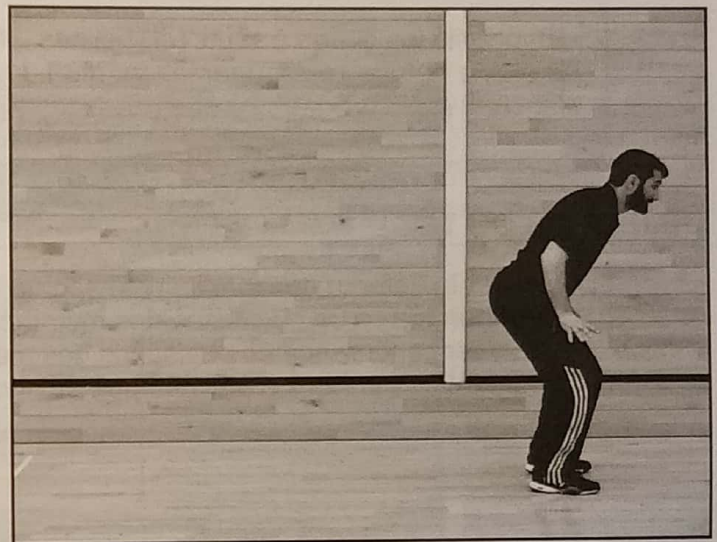
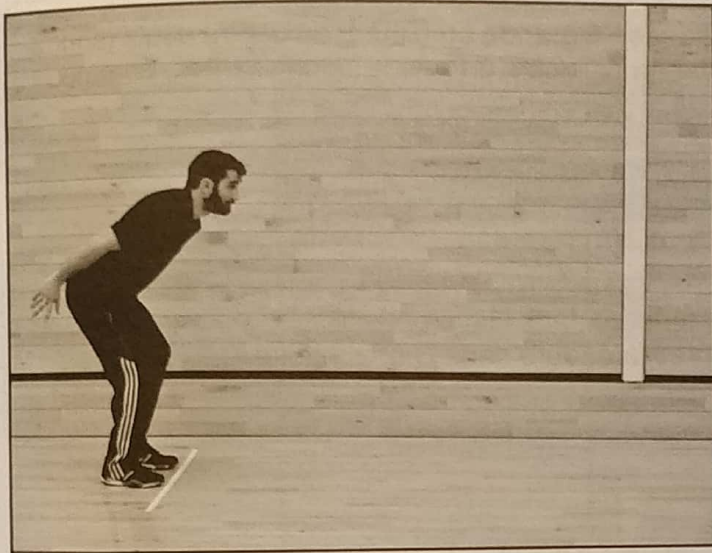


- Convient bien à des débutants ou des jeunes car les sportifs ayant l'expérience de ce test développent des techniques de sauts plus efficaces

DÉROULEMENT DU TEST

1. Établir une ligne d'1 mètre de largeur à la craie ou à la bande adhésive pour marquer le point de départ.
2. L'athlète se tient droit, pieds côte à côte, orteils juste derrière la ligne de départ.
3. En s'aidant d'un contre mouvement, le sportif tente de sauter le plus loin possible.
4. Le sportif doit atterrir en équilibre sur ses deux pieds pour valider l'essai.
5. Une marque à la craie ou à la bande élastique est établie derrière le talon le plus reculé.
6. Calculer la distance entre le point de départ et d'arrivée à l'aide de la bande de mesure.
7. Enregistrer le meilleur résultat sur 3 essais

Il est possible de préciser les modalités de test lors des sauts, pour isoler ou non la puissance et l'élasticité, ou rendre le test plus ou moins spécifique: avec ou sans contre-mouvement, avec ou sans mouvement d'épaule (bras croisés).



CLASSIFICATION DES RÉSULTATS POUR DES ADULTES

	HOMMES	FEMMES
Classement	(cm)	(cm)
Excellent	> 255	> 210
Très bon	241-254	191-209
Bon	231-240	181-190
Moyen	221-230	171-180
Médiocre	211-220	161-170
Insuffisant	180-210	131-160
Très insuffisant	< 179	< 130

Sources diverses, 2011