



# Test d'effort spécifique au tennis (test) : Étude de cas d'un joueur élite

Cyril Brechbuhl (FRA), Olivier Girard (FRA), Grégoire Millet (FRA) et Laurent Schmitt (FRA)

ITF Coaching and Sport Science Review 2016; 70 (24): 32-36

## RÉSUMÉ

*L'évaluation des qualités techniques, physiques et physiologiques requises pour l'optimisation de la performance est complexe en tennis, mais elle n'en demeure pas moins essentielle à l'élaboration du projet d'entraînement. Alors que les objectifs physiques sont régulièrement dissociés des objectifs techniques, nous soutenons qu'un test d'effort spécifique, aussi appelé « TEST », et qui a été récemment validé (Brechbuhl, Girard, Millet, & Schmitt, 2016), permet de combiner efficacement les deux. Des différences d'efficacité entre le coup droit et le revers peuvent apparaître sous l'effet de la fatigue dans des conditions standardisées, ce qui minimise les influences émotionnelles ou tactiques. Cette étude de cas propose une lecture pratique de TEST chez un joueur élite.*

**Mots clés:** *test incrémental, frappe de balle, vitesse de balle, entraînement*

**Article reçu:** 30 Septembre 2016

**Article accepté:** 10 Octobre 2016

**Auteur correspondant:** Cyril Brechbuhl

**Email:** Cyril.brechbuhl@fft.fr

## INTRODUCTION

Les avancées technologiques et scientifiques ont permis d'évoluer progressivement vers des tests de terrain de plus en plus spécifiques et proches des particularités de la performance. Deux aspects semblent donner plus de crédit aux tests spécifiques (sur le court, avec des frappes de balle réelles ou simulées) comparativement aux tests semi-spécifiques (proches du pattern de l'activité dans les temps d'effort et de récupération) (« yo-yo-IR2 » (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008), « 30-15 Intermittent Fitness Test » (Buchheit, 2008), « Test Navette » (Leger & Lambert, 1982) : (1) l'utilisation des dimensions du court de tennis et (2) la combinaison d'un jeu de jambes et de mouvements du haut du corps (c.-à-d. mimer ou effectuer une frappe de balle) spécifiques.

Parmi les tests spécifiques, certains ont utilisé des déplacements spécifiques mais sans frappes de balles (Ferrauti, Kinner, & Fernandez-Fernandez, 2011 ; Girard, Chevalier, Leveque, Micallef, & Millet, 2006). D'autres, en revanche, ont intégré des frappes de balles réelles avec évaluation de la précision (Baiget, Fernandez- Fernandez, Iglesias, Vallejo, & Rodriguez, 2014 ; Davey, Thorpe, & Williams, 2002 ; Smekal et al., 2000) ou sans évaluation technique (Fargeas-Gluck & Leger, 2012). On note une volonté croissante d'associer des paramètres de la performance technique (précision et/ou vitesse des frappes de balle) aux modifications physiologiques (lactatémie [La], fréquence cardiaque (FC), consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>) dans des conditions standardisées (Davey et al., 2002 ; Smekal et al., 2000 ; Vergauwen, Spaepen, Lefevre, & Hespel, 1998).

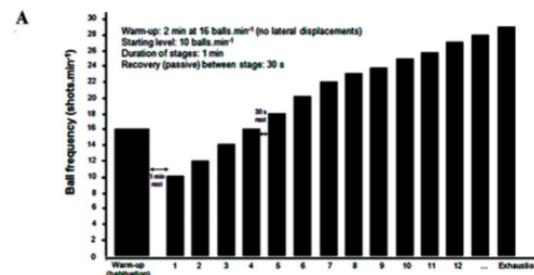
En comparant les réponses physiologiques entre une procédure sur le terrain de tennis et un test sur tapis roulant discontinu, Girard et al. (2006) ont souligné que les tests de laboratoire sous-estiment les valeurs de consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max), tandis que les principales variables cardiorespiratoires (FC, VO<sub>2</sub>) aux intensités sous-maximales ne diffèrent pas (Girard et al., 2006). Nous préférons les tests intégrant de réelles frappes de balle car la contribution du haut du corps, qui influence significativement la dépense énergétique comme rapporté dans la littérature (Fernandez- Fernandez, Kinner, & Ferrauti, 2010) doit être prise en compte. À ce jour, aucune comparaison des influences

physiologiques entre des frappes simulées vs des frappes de balle réelles (sans non plus dissocier coup droit et revers) n'a été publiée.

À partir d'une étude de cas, nous verrons comment TEST (Brechbuhl, Girard, Millet, & Schmitt, 2016) permet de combiner une approche physiologique avec le souci d'une réalisation technique conforme aux prérequis de la haute performance.

Il s'agit d'un joueur élite, de sexe masculin, âgé de 19 ans le jour du test. Après s'être positionné parmi les meilleurs espoirs chez les juniors, il a continué à performer en accédant à des secondes semaines de Grand Chelem, en ayant déjà remporté des tournois ATP.

Le protocole de test



La procédure « TEST » consiste à frapper des balles alternativement en coup droit et revers croisés qui sont lancées à une vitesse moyenne de 86 km.h<sup>-1</sup> par une machine 'Hightof' (Brechbuhl, Millet, & Schmitt, 2016) (Figure 1). Après une phase d'habituation de 2 min (16 frappes.min<sup>-1</sup>), le palier initial est de 10 frappes.min<sup>-1</sup> et l'incrément est de +2 frappes.min<sup>-1</sup> chaque minute jusqu'à 22 frappes.min<sup>-1</sup>, puis de +1 frappe.min<sup>-1</sup> jusqu'à l'épuisement. Une récupération (passive) de 30 s est observée entre chaque palier. Ce test permet une évaluation simultanée des composantes physiologiques et techniques. On note les vitesses (radar) et précisions des balles pour chaque palier réalisé. Le joueur est encouragé à trouver le meilleur compromis entre la vitesse de balle produite et la recherche de précision. Le produit des

paramètres de vitesse et de précision donne une valeur de performance technique (PerfTennis)

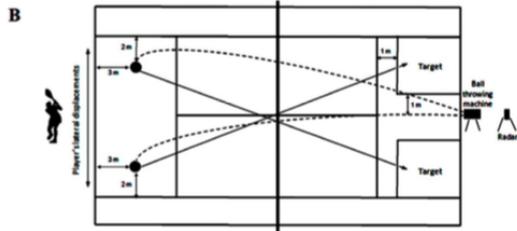


Figure 1 - Protocole (A) et représentation schématique (B) de la procédure « TEST » (Brechtbuhl, Girard, et al., 2016)

L'ANALYSEUR DE GAZ

Nous avons choisi l'analyseur Cortex MetaMax 3B® pour sa simplicité d'utilisation, son faible poids et faible encombrement. Il pèse 570 grammes et permet de mesurer FC, VO<sub>2</sub>, la consommation de dioxyde de carbone (VCO<sub>2</sub>) et la ventilation (VE). La détection des seuils ventilatoires (SV1 et SV2) a été effectuée en analysant les points de changement de pente (rupture de linéarité) des paramètres ventilatoires (Wasserman, 2005).

De plus, afin d'optimiser le confort des joueurs, nous utilisons un masque en néoprène qui présente notamment l'avantage de ne pas gêner la vision. Afin de stabiliser l'ensemble et de limiter les mouvements du MetaMax 3B® lors des mouvements, nous ajustons un filet de maintien Surgifix élastique, confortable et aéré (Photo 1).



Photo 1 : Équipement du joueur avec le système de mesure des échanges gazeux lors du TEST.

MESURE DE LA LACTATÉMIE

Les prises de lactates sanguins s'effectuaient au bout du doigt conformément aux recommandations en vigueur (Dassonville et al., 1998). Nous prélevons sur la main non-dominante afin de préserver la qualité de tenue de raquette du joueur. Dans ce sens, lors de TEST, nous effectuons une mesure tous les deux paliers avec l'analyseur Lactate Pro II Arkray®.

MESURE DE LA VITESSE DE BALLE ET DE LA PRÉCISION.

L'efficacité des coups de fond de court était déterminée à partir de la vitesse de balle (km.h-1) mesurée avec le radar Solstice 2 (Hightof®, France), et de la précision mesurée par un entraîneur qui enregistrerait les informations sur un écran tactile. Le pourcentage (%) de balles dans la zone définie en

figure 1 donnait la valeur de précision des coups de fond de court.

RÉSULTATS

Les données relatives à la physiologie et à la performance technique en rapport avec l'effort croissant sont présentées sous la forme de tableaux, puis de figures ci-dessous.

Zone d'intensité	Palier	n balles.min <sup>-1</sup>	FC (bpm)	Lactates (mmol.l <sup>-1</sup> )	VO <sub>2</sub> (ml.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )	VCO <sub>2</sub> (ml.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )	VE (l.min <sup>-1</sup> )
Zone 1	1	10	131		40.2	36.6	68
	2	12	140	1	41.5	39.0	74
	3	14	154		43.9	42.7	79
	4	16	159	1.2	45.1	45.7	84
	5	18	165		47.6	48.8	87
	6	20	171	1.4	50.4	51.2	95
Zone 2	7	22	175		53.2	53.3	98
	8	23	180	2.1	55.6	57.1	104
	9	24	183		57.4	61.2	115
	10	25	184	4.2	59.6	65.2	125
Zone 3	11	26	188		60.5	68.1	133
	12	27	189		61.5	70.2	145
	13	28	191	11.8	62.2	72.2	160

Tableau 1 – Réponses physiologiques au cours de la passation de « TEST » chez un joueur élite. FC, fréquence cardiaque ; VO<sub>2</sub>, consommation d'oxygène ; VCO<sub>2</sub>, consommation de dioxyde de carbone ; VE, ventilation. Taille: 185 cm ; Poids: 82 kg.

Zone 1 : zone aérobie stricte, en dessous du début de production lactique (SL1) et de SV1 (1er seuil ventilatoire).

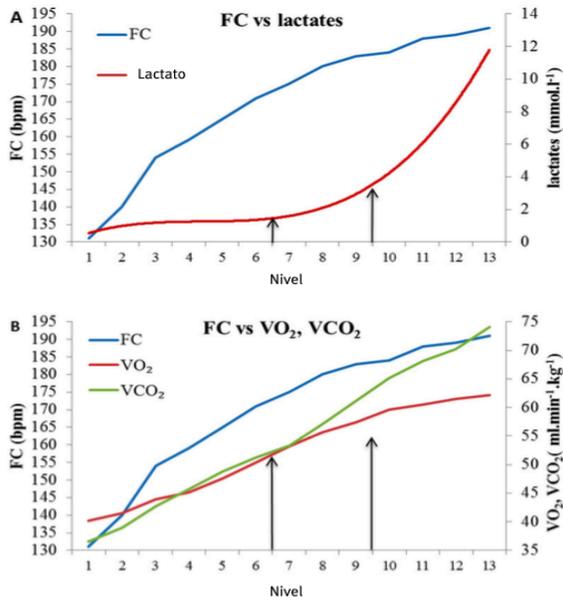
Travail d'endurance aérobie : amélioration de la vascularisation musculaire, augmentation du nombre et de la taille des mitochondries, augmentation des enzymes aérobie (cycle de Krebs) et de la bêta-oxydation.

palier	VO <sub>2</sub> (ml.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )	Lactate (mmol.l <sup>-1</sup> )	Vitesse Coup Droit (km.k <sup>-1</sup> )	Vitesse Revers (km.k <sup>-1</sup> )	Précision Coup Droit (% in zone)	Précision Revers (% in zone)	PerfTennis Coup Droit (% x V CD)	PerfTennis Revers (% x V Rev)
1	40.2	1	122	113.8	50	40	61	45.4
2	41.5	1	132	113.6	66	42	87	47.7
3	43.9	1.1	126	120.0	78	64	98	76.8
4	45.1	1.2	133	123.5	75	69	99	85.2
5	47.6	1.3	128	119.2	66	60	84	71.5
6	50.4	1.4	135	123.8	80	60	108	74.3
7	53.2	1.6	131	117.7	82	55	108	64.7
8	55.6	2.1	125	122.2	85	57	81	70.2
9	57.4	3	122	117.0	66	54	80	63.2
10	59.6	4.2	125	110.4	60	60	75	66.2
11	60.5	5.7	123	117.9	59	61	73	71.9
12	61.5	7.9	126	112.6	65	55	82	61.9
13	62.2	11.8	115	104.3	60	50	69	52.2

Tableau 2 : Paramètres de la performance technique mesurés pendant TEST chez un joueur élite.

Zone 2 : zone entre les seuils lactiques 1 et 2 (ou SV2 : 2ème seuil ventilatoire) : zone de développement aérobie par l'augmentation des systèmes navettes de transport des ions H<sup>+</sup> (NADH<sub>2</sub>) ; zone mixte d'utilisation lipidique et glucidique.

Zone 3 : au-dessus du seuil lactique 2 et SV2 : zone d'accumulation lactique ; baisse du niveau de performance tennistique due à l'acidose musculaire et l'hyperventilation. Travail au niveau de la puissance maximale aérobie. Amélioration des capacités cardio-pulmonaires, amélioration du système de transport d'O<sub>2</sub>, augmentation du pool enzymatique de la glycolyse (Phosphofructokinase (PFK) et lactate déshydrogénase (LDH) lors des phases de resynthèse des lactates en pyruvates), amélioration du pouvoir tampon, augmentation des réserves de glycogène musculaire.



Figures 1A et B - Évolution de la fréquence cardiaque (FC) en fonction de la lactatémie (A) et des consommations d'oxygène (VO<sub>2</sub>) et de dioxygène (VCO<sub>2</sub>) (B) lors de la passation de « TEST ». Les flèches verticales indiquent SV<sub>1</sub>, puis SV<sub>2</sub>.

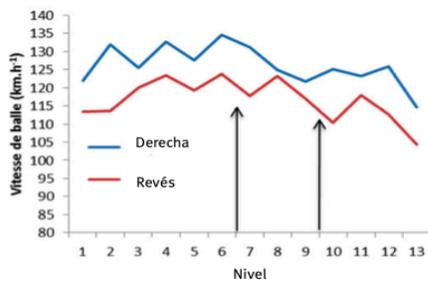
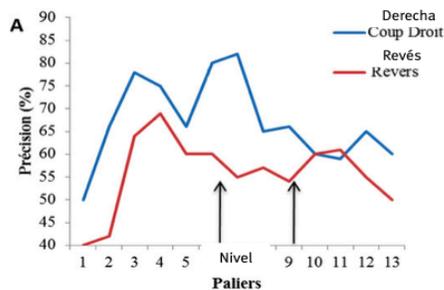
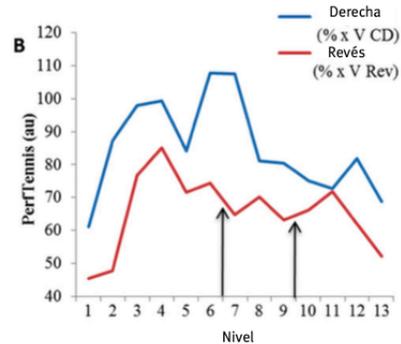


Figure 2 - Vitesse de balle en coup droit et revers lors de la passation de TEST. Les flèches verticales indiquent SV<sub>1</sub>, puis SV<sub>2</sub>.



éléments fournis par TEST.



Figures 3A et B - Niveaux de précision et performance technique (PerfTennis) pendant TEST.

Une approche « polarisée » de l'entraînement, en intégrant ~ 75 % de l'entraînement total qui serait réalisé à faible intensité aérobie (zone 1), et 10-15 % à haute, voire très haute intensité (zone 3), a été suggéré pour une distribution optimale des intensités pour les athlètes de haut niveau qui s'expriment dans des activités à hautes intensités (Laursen, 2010). À l'évidence cette répartition paraît difficilement applicable au tennis compte tenu des habitudes et des bases d'exercices typiques de cette activité mais cette proposition représente une base dans notre réflexion. Dans une étude récente sur les réponses énergétiques des joueurs en compétition (Baiget, Fernandez-Fernandez, Iglesias, & Rodriguez, 2015), Baiget et al. (2015) ont identifié que les joueurs passent 77 % (± 25 %) du temps dans la zone à faible intensité (zone 1), 20 % (± 21 %) dans la zone modérée (zone 2) et 3 % (± 5 %) dans la zone 3. Les données de TEST permettent cet aménagement de la charge de travail.

Les effets de l'entraînement sur l'état physiologique général doit contribuer à équilibrer les influences sur l'activité neurovégétative des athlètes (Schmitt et al., 2015). Il s'avère que la plupart des situations d'entraînement qui intègrent de la répétition de frappe de balle avec de l'engagement mènent les joueurs proches de SV<sub>2</sub> (Reid, Duffield, Dawson, Baker, & Crespo, 2008). Par conséquent, nous invitons à reconsidérer des séances à dominante technique, avec de l'intensité sur peu de frappes n'excédant pas 7 s, avec 20 s de récupération entre les répétitions. Cela permettrait de préserver les réserves glycoénergétiques particulièrement mobilisées à ces intensités, ainsi que de la répétition de frappe à SV<sub>1</sub> (palier 6 dans le cas étudié, soit l'intensité 20 balles.min<sup>-1</sup>). De même, l'analyse de l'activité en compétition (Baiget et al., 2015) renforce l'hypothèse que des formes de points joués avec service doivent permettre de maintenir les joueurs proches de la zone 1 avec ses effets moins délétères sur la fatigue.

À partir de TEST, des objectifs à dominante technique (zones 1 et 2) ou énergétique (zone 3) peuvent être poursuivis, ceci toujours en associant une rigueur dans l'exécution des frappes avec des feedbacks sur la vitesse et la précision (Tableau 2). Pour la zone 1, par exemple, l'objectif serait de maintenir la session aussi longtemps que possible au palier 6 équivalent à SV<sub>1</sub> (soit 81 % VO<sub>2</sub>max ou 89 % FCmax pour ce joueur) avec 2 ou 3 séries de 5 à 10 min en continu. Les récupérations entre les séries seraient passives, pendant 3 minutes. Alternativement, si on vise la zone 3, on préférera des intervalles de frappes plus courts (15 s à 1 min) entrecoupés par du repos passif (15 à 30 s). Dans tous les cas, on évitera de descendre en dessous de 50 % de balles dans la cible définie, pour des joueurs experts, et on tolérera jusqu'à 40 % pour des joueurs de niveau moindre (Lyons, Al-Nakeeb, Hankey, &

DISCUSSION

La multiplication des techniques d'entraînement au tennis amène nécessairement à une réflexion sur l'optimisation du temps et des moyens utilisés. Comment faire cohabiter les techniques de développement de la force, avec la vitesse, l'endurance et la maîtrise technique ? Nous proposons une approche qui combine le développement des capacités physiologiques et de la maîtrise technique à partir des

Nevill, 2013) pendant TEST. Dans ce cas d'étude, nous pouvons noter une relative stabilité de la vitesse de balle au cours du test. En revanche, la précision varie assez fortement en CD. Une première fois entre les paliers 4 et 5 (-12 %), et plus fortement entre les paliers 7 et 8 (-20 %). Dans les deux cas, le joueur n'a pas encore atteint SV2. Par conséquent, un travail de précision est à poursuivre en CD en zones 1-2. Il convient également de relativiser les valeurs chiffrées atteintes par ce joueur avec celles publiées par ailleurs. En effet, nous sommes encore à 65 % de précision en CD au plus bas du début de cette chute (palier 8), soit encore 15 % au-dessus des valeurs moyennes proposées par Lyons (Lyons et al., 2013) pour des experts, alors même que la taille de nos zones cibles est plus restreinte. Malgré tout, dans un souci de progrès, un axe de travail est identifiable.

## CONCLUSION

Face à la complexité de la performance et de ses composantes à développer, il apparaît trop fréquemment que les thèmes d'entraînement au tennis sont encore traités de façon analytique. À travers TEST et ses applications, nous proposons une approche globale afin d'éviter la redondance des sollicitations physiologiques. Sans condamner la diversité des pratiques, cette démarche pourrait sans doute participer à une meilleure articulation de la programmation des contenus d'entraînement et de la gestion de la fatigue.

## RÉFÉRENCES

- Baiget, E., Fernandez-Fernandez, J., Iglesias, X., & Rodriguez, F. A. (2015). Tennis Play Intensity Distribution and Relation with Aerobic Fitness in Competitive Players. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *PLoS One*, 10(6), e0131304. doi: 10.1371/journal.pone.0131304
- Baiget, E., Fernandez-Fernandez, J., Iglesias, X., Vallejo, L., & Rodriguez, F. A. (2014). On-court endurance and performance testing in competitive male tennis players. *J Strength Cond Res*, 28(1), 256-264. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182955dad
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Sports Med*, 38(1), 37-51.
- Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G. P., & Schmitt, L. (2016). On the Use of a Test to Exhaustion Specific to Tennis (TEST) with Ball Hitting by Elite Players. *PLoS One*, 11(4), e0152389. doi: 10.1371/journal.pone.0152389
- Brechbuhl, C., Millet, G., & Schmitt, L. (2016). Accuracy and Reliability of a New Tennis Ball Machine. *J Sports Sci Med*, 15(2), 263-267.
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J Strength Cond Res*, 22(2), 365-374. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181635b2e
- Dassonville, J., Beillot, J., Lessard, Y., Jan, J., Andre, A. M., Le Pourcelet, C., Rochcongar, P., Carre, F. (1998). Blood lactate concentrations during exercise: effect of sampling site and exercise mode. [Clinical Trial]. *J Sports Med Phys Fitness*, 38(1), 39-46.
- Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *J Sports Sci*, 20(4), 311-318. doi: 10.1080/026404102753576080
- Fargeas-Gluck, M. A., & Leger, L. A. (2012). Comparison of two aerobic field tests in young tennis players. [Comparative Study]. *J Strength Cond Res*, 26(11), 3036-3042. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182472fc3
- Fernandez-Fernandez, J., Kinner, V., & Ferrauti, A. (2010). The physiological demands of hitting and running in tennis on different surfaces. [Comparative Study Randomized Controlled Trial]. *J Strength Cond Res*, 24(12), 3255-3264. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e8745f
- Ferrauti, A., Kinner, V., & Fernandez-Fernandez, J. (2011). The Hit & Turn Tennis Test: an acoustically controlled endurance test for tennis players. [Research Support, Non-U.S. Gov't Validation Studies]. *J Sports Sci*, 29(5), 485-494. doi: 10.1080/02640414.2010.539247
- Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2006). Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. [Comparative Study Randomized Controlled Trial]. *Br J Sports Med*, 40(9), 791-796. doi: 10.1136/bjism.2006.027680
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? [Review]. *Scand J Med Sci Sports*, 20 Suppl 2, 1-10. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x
- Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 49(1), 1-12.
- Lyons, M., Al-Nakeeb, Y., Hankey, J., & Nevill, A. (2013). The effect of moderate and high-intensity fatigue on groundstroke accuracy in expert and non-expert tennis players. *J Sports Sci Med*, 12(2), 298-308.
- Reid, M., Duffield, R., Dawson, B., Baker, J., & Crespo, M. (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Br J Sports Med*, 42(2), 146-151; discussion 151. doi: 10.1136/bjism.2007.036426
- Schmitt, L., Regnard, J., Parmentier, A. L., Mauny, F., Mourrot, L., Coulmy, N., & Millet, G. P. (2015). Typology of "Fatigue" by Heart Rate Variability Analysis in Elite Nordic-skiers. *Int J Sports Med*, 36(12), 999-1007. doi: 10.1055/s-0035-1548885
- Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S. P., Baron, R., Tschan, H., & Bachl, N. (2000). Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. [Comparative Study]. *Int J Sports Med*, 21(4), 242-249. doi: 10.1055/s-2000-310
- Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J., & Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Med Sci Sports Exerc*, 30(8), 1281-1288.
- Wasserman, K., Hansen J., SUE DY, Stringer, WW., & Whipp B.J. (2005). Principles of exercise testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. Philadelphia, PA.

SÉLECTION DE CONTENU DU SITE ITF TENNIS ICOACH (CLIQUEZ)



Droits d'auteur (c) Cyril Brechbuhl, Olivier Girard, Grégoire Millet and Laurent Schmitt 2016



Ce texte est protégé par une licence [Creative Commons 4.0](#)

Vous êtes autorisé à Partager – copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats – et Adapter le document – remixer, transformer et créer à partir du matériel pour toute utilisation, y compris commerciale, tant qu'il remplit la condition de:

**Attribution:** Vous devez créditer l'Œuvre, intégrer un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été effectuées à l'Œuvre. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens raisonnables, sans toutefois suggérer que l'Offrant vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son Œuvre.

[Résumé de la licence](#) - [Texte intégral de la licence](#)