

Biomécanique du revers

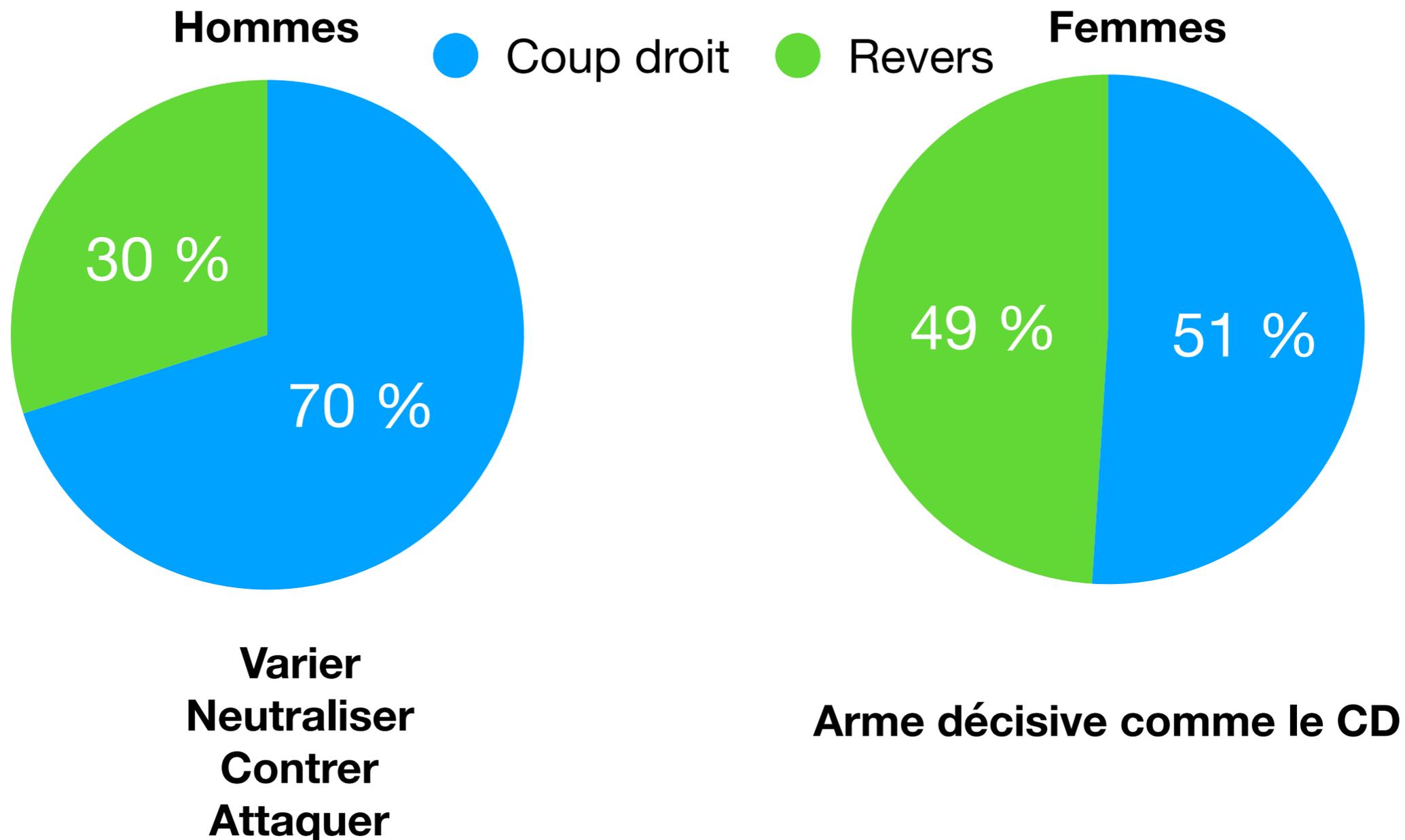
Sport & Formation
Mardi 9 décembre 2019
Caroline Martin



Importance du revers dans le jeu moderne

Analyse Grands Chelems 2003 (Johnson et al. 2006) : RV = 3ème frappe la + utilisée

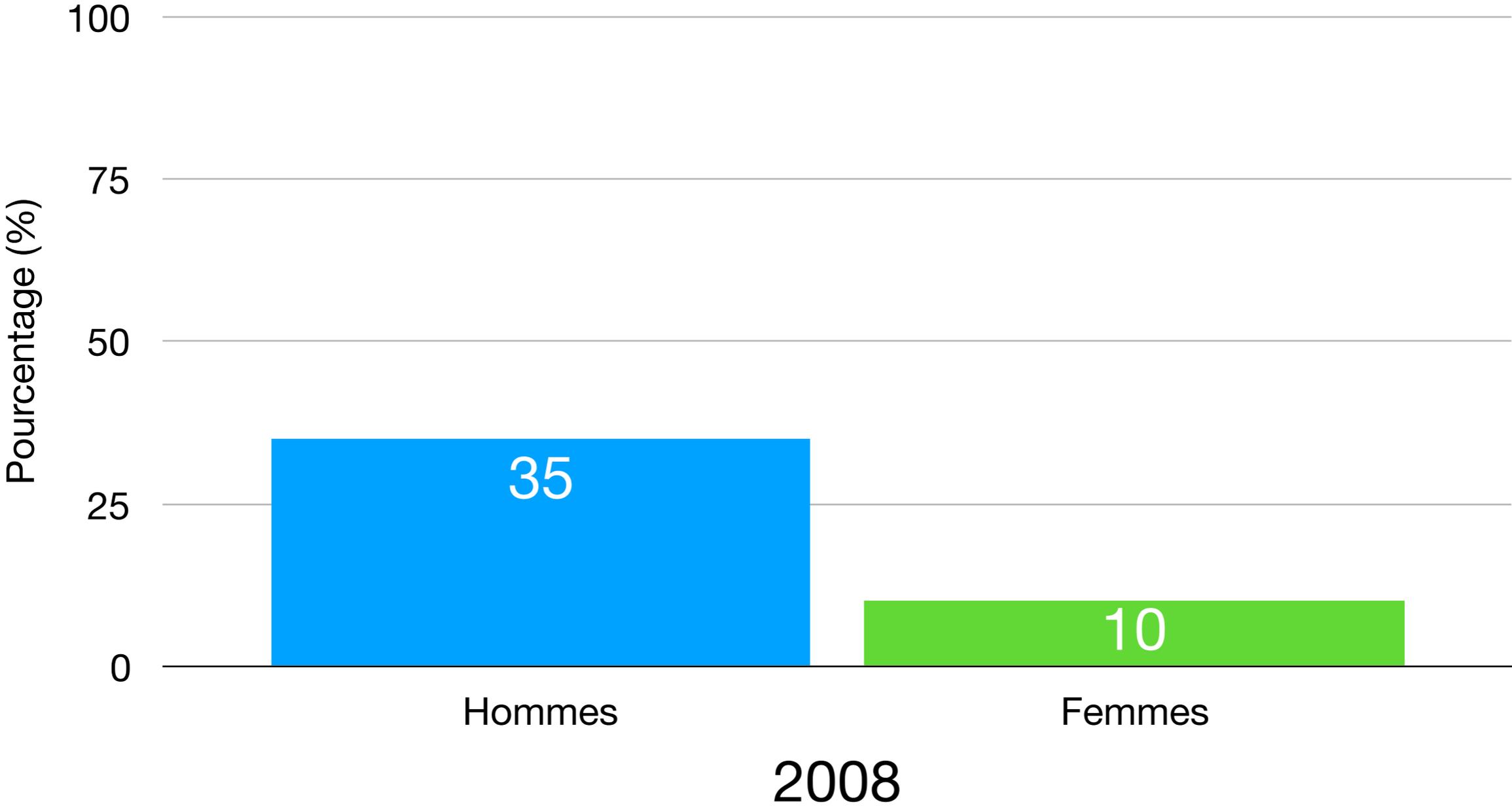
Analyse joueurs pro. (Hallgren, 2014) : quelle frappe est utilisée après le SV ?



Importance du revers dans le jeu moderne



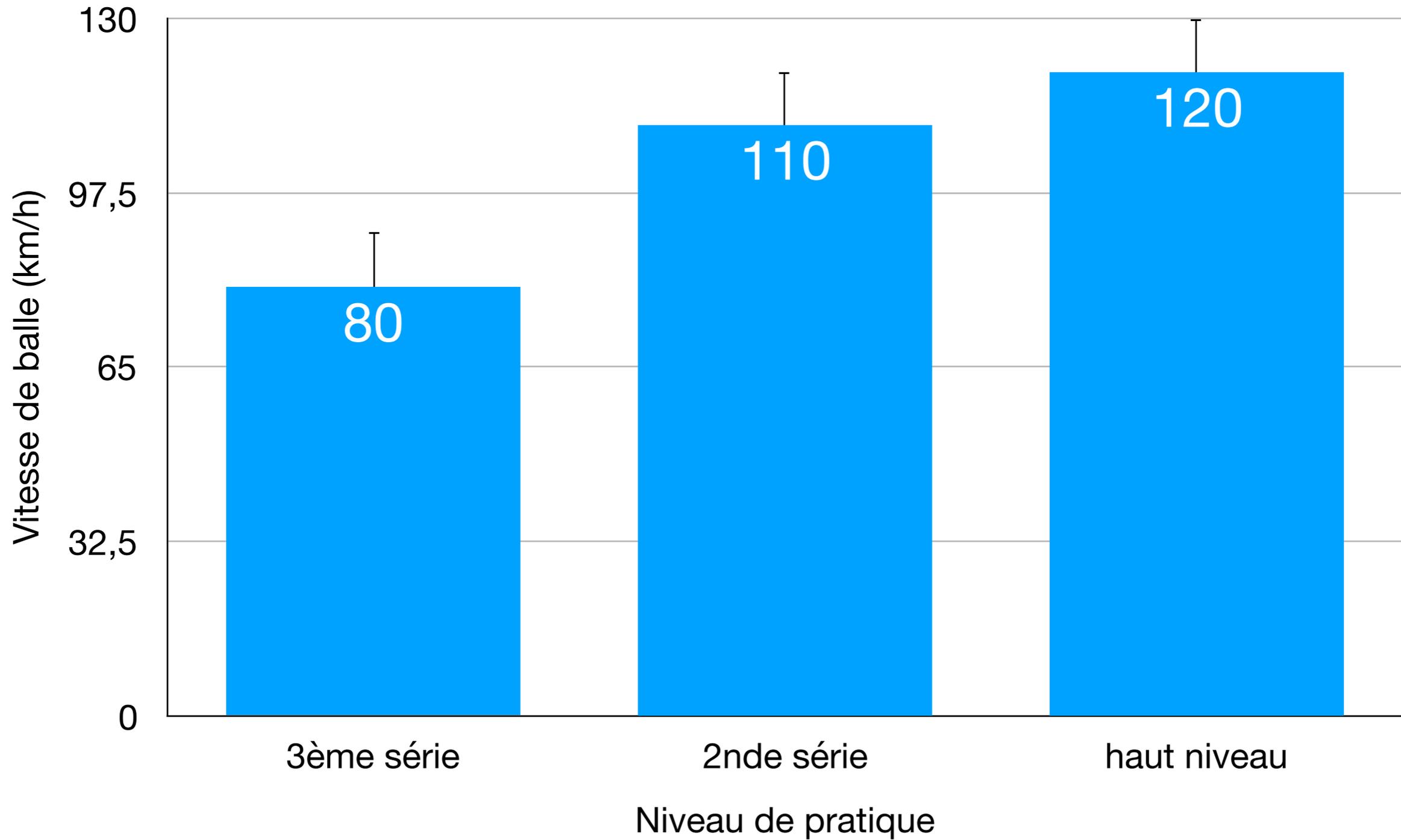
Evolution utilisation revers à 1 main ? (Cabral, 2017)



Gain de puissance en revers à 2 mains d'environ 4 à 12 % (Sandanas, 2013)

Vitesse de balle en revers

Amélioration de la vitesse de balle avec l'âge et avec l'expertise



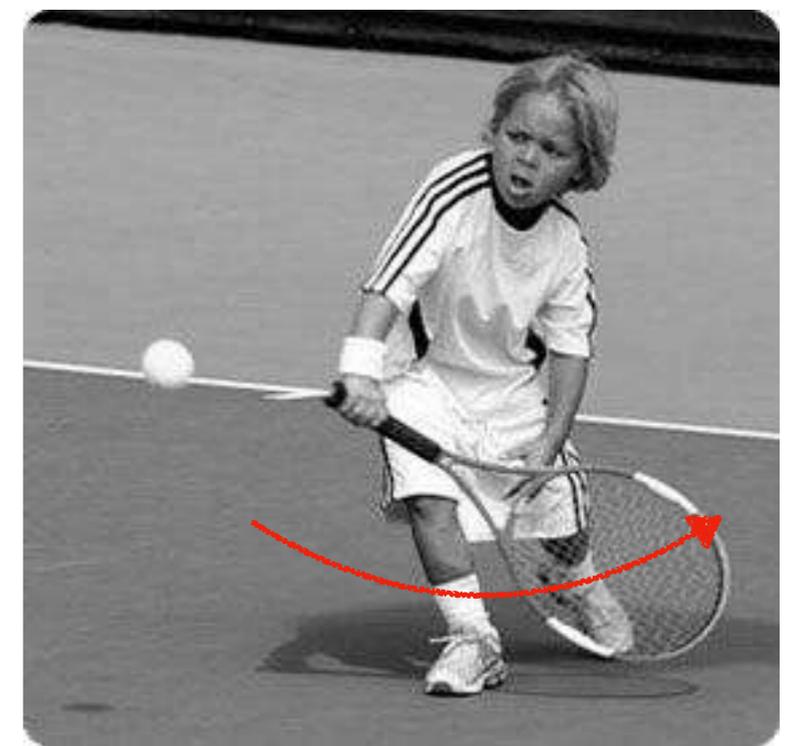
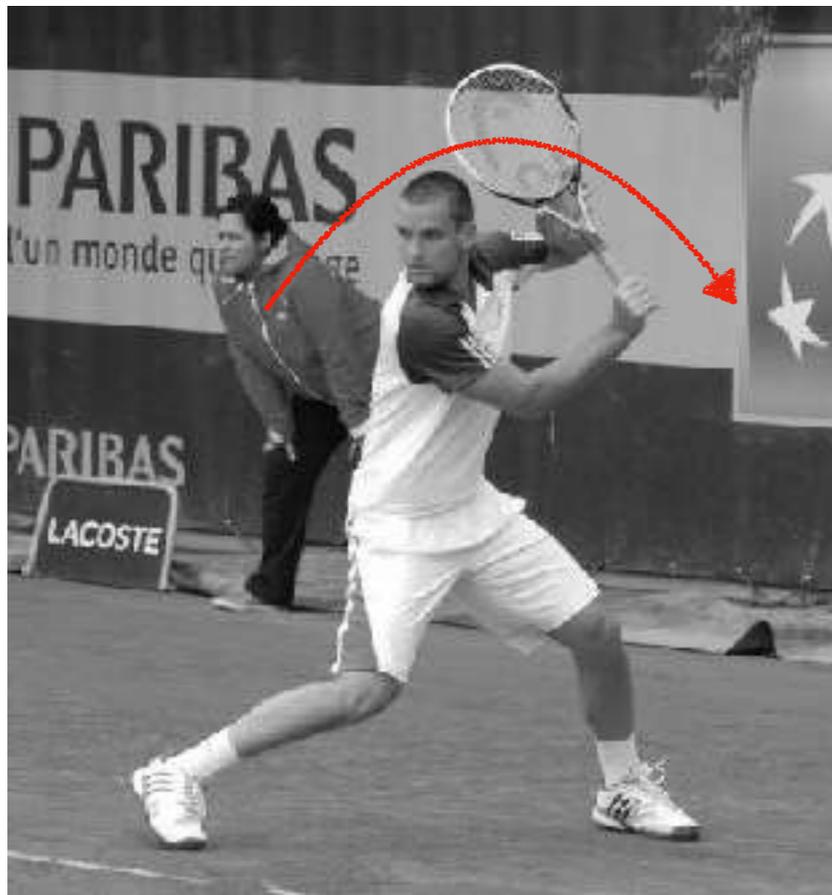
Agressivité de la balle en revers slicé

Frappe = quantité de rotation (effet) + vitesse de balle élevée

	Vitesse (km/h)	Quantité de rotation moyenne (tours / min)	Quantité de rotation maximale (tours / min)
Federer	73	3700	5300
Nadal	65	3700	4300
Djokovic	65	2800	3500

Les différentes formes de préparation

Formes de préparation :



Préparation convexe :

- augmente le chemin de lancement
- accélération raquette +++
- vitesse balle augmente

Préparation directe :

- gain de temps
- efficacité surfaces rapides et retour de service
- surtout en RV à 2 mains

Préparation concave :

- perte de temps
- raquette trop lourde ?
- risque de blessure

Les différentes formes d'appui en revers

Influence sur la manière de créer de la vitesse (Wang et al., 2010)

Appuis en ligne
Frappe en translation

Appuis ouverts
Frappe en rotation



Appuis ouverts chez jeunes = problématiques car l'épaule avant a du mal à rester alignée avec la trajectoire de la balle = limite la capacité des joueurs à traverser efficacement la balle et à trouver de la longueur (Elliott et al., 2009).

Vitesse de balle identique

Les différentes formes d'appui en revers

Influence sur la manière de créer de la vitesse (Wang et al., 2010)

Appuis croisés

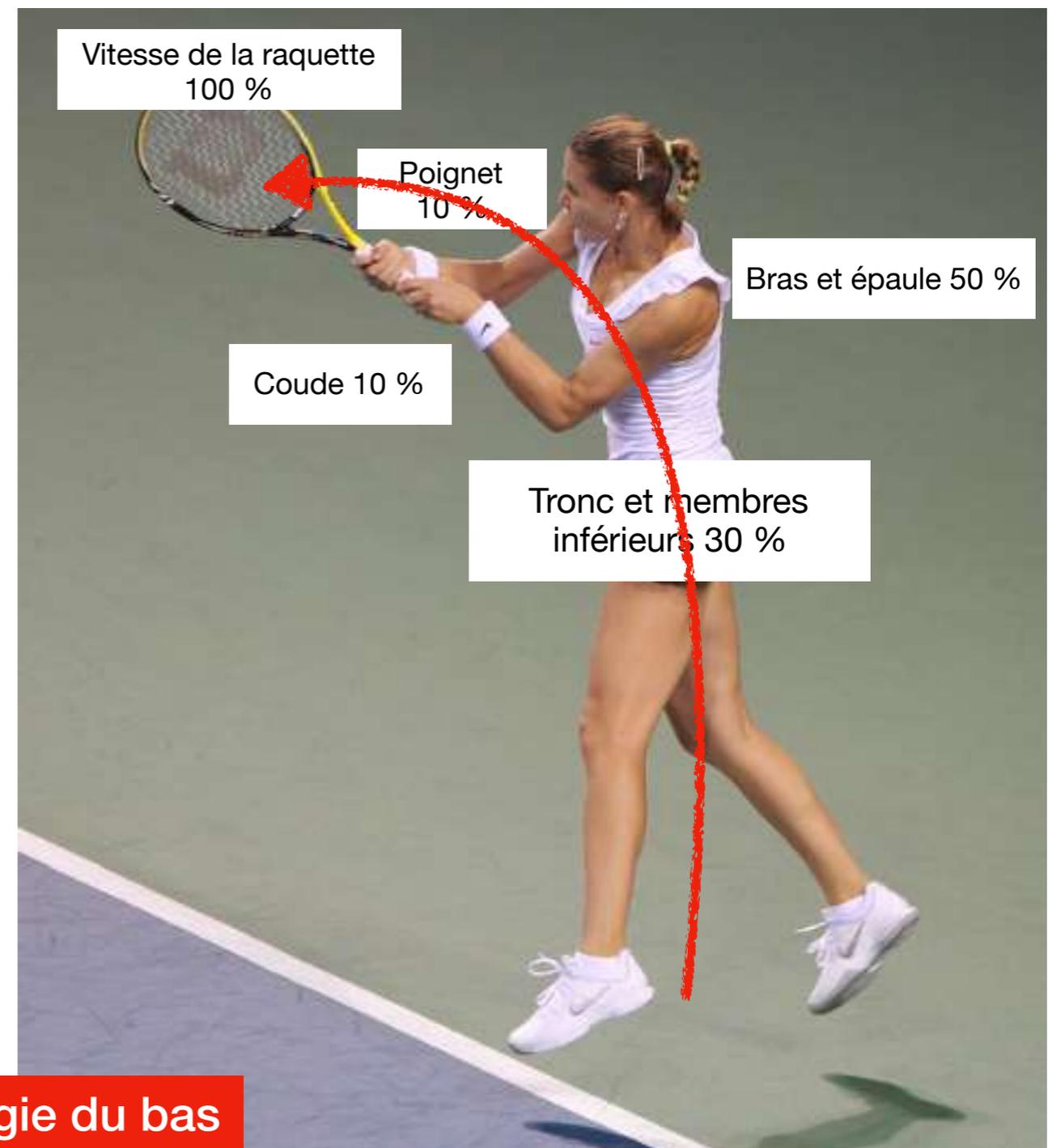
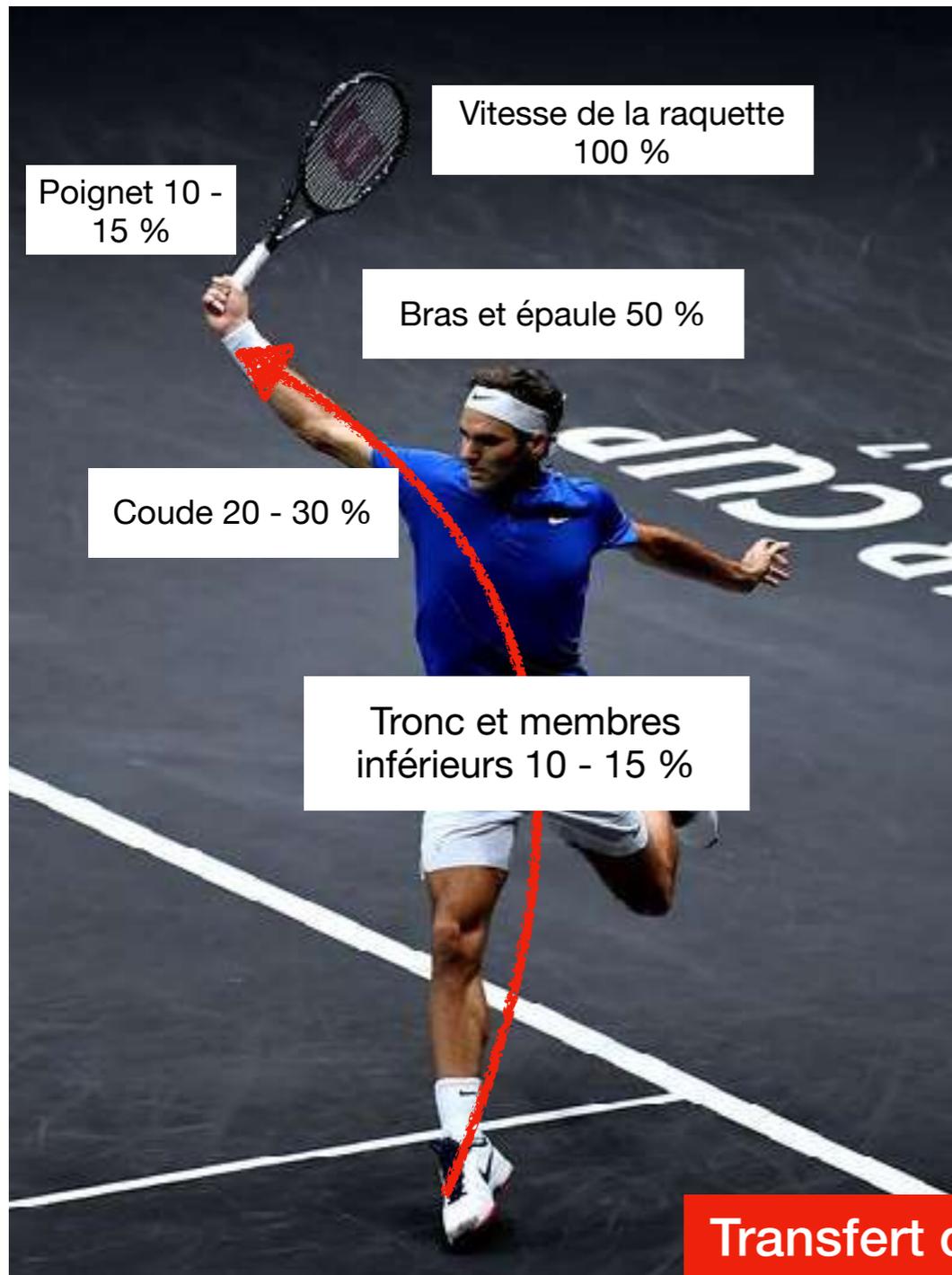
Sollicitation très importante tronc + bras pour développer la vitesse de la raquette



Qualités musculaires importantes
Difficile à mettre en place chez des jeunes joueurs ou des débutants

La chaîne cinématique en revers

Contribution respective de chaque articulation / segment à la vitesse de la raquette



Transfert d'énergie du bas
vers le haut du corps

L'action des jambes

1) phase de flexion = ancrage puissant au sol, base d'appuis large et solide qui fournit équilibre et stabilité au joueur

- CG se rapproche du sol



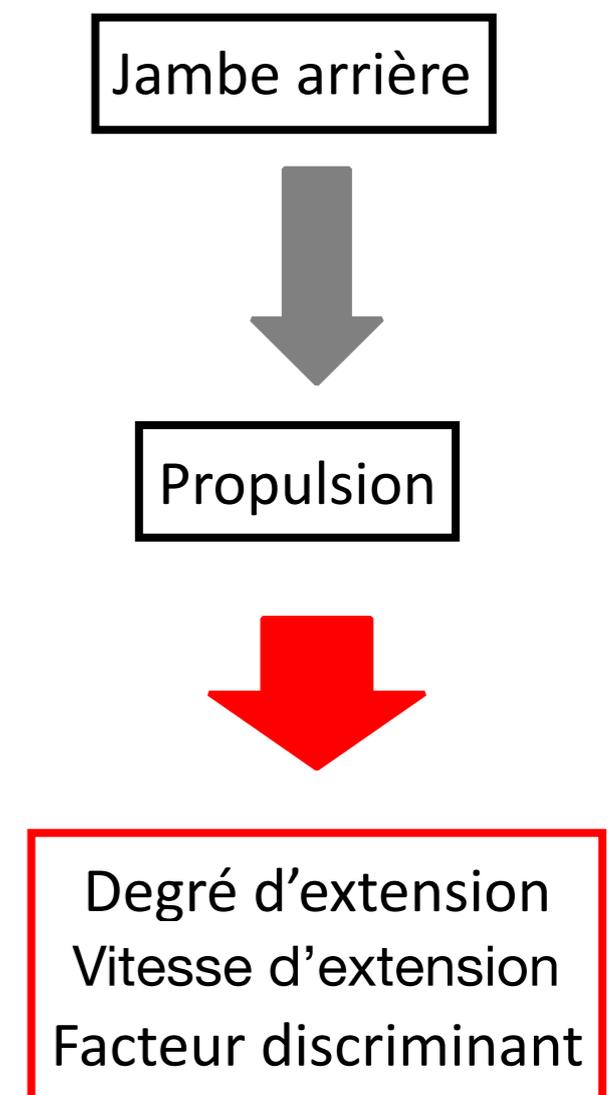
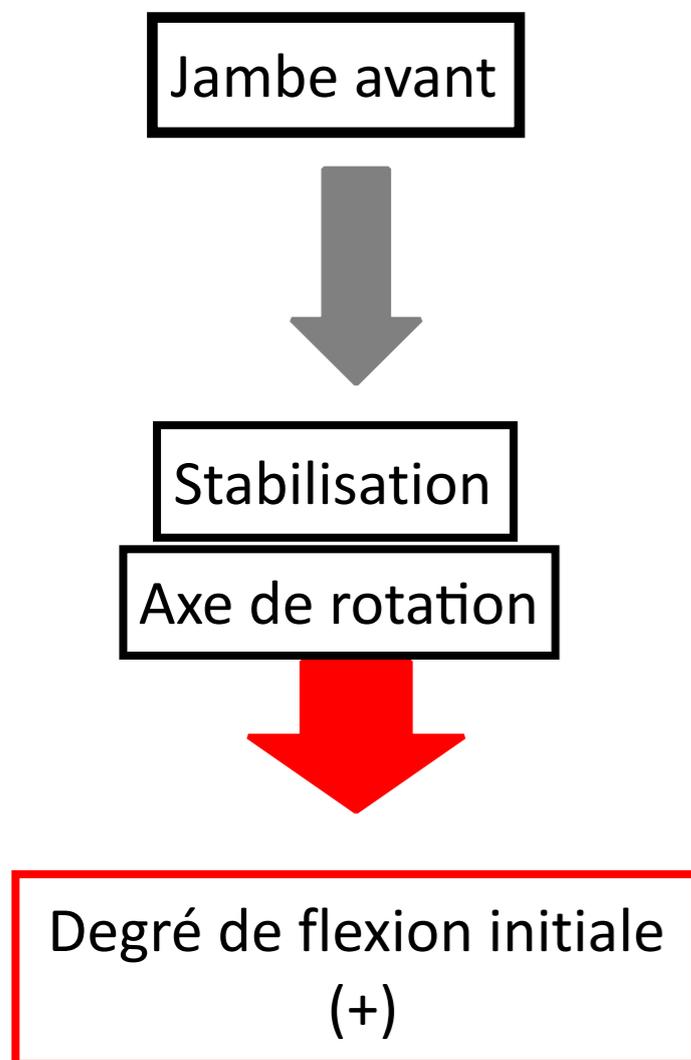
- mise en tension musculaire quadriceps + triceps sural = stockage énergie élastique

L'action des jambes

2) phase d'extension / propulsion de la jambe AR = restitution de l'énergie élastique

==> enclenche la rotation de la hanche AR et du tronc autour du point d'ancrage

==> encore + prononcé en revers à 2 mains et pour appuis en ligne



Extension vigoureuse de la jambe arrière contribue à augmenter la vitesse de la raquette

(Akutagawa et Kojima, 2005)

L'importance de l'ancrage de l'appui au sol

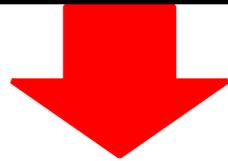
La ou les main(s) qui frappe(nt) ne peuvent traverser efficacement la balle qu'à condition qu'il y ait un point d'ancrage solide au sol sur lequel s'appuyer pour générer de la vitesse.

Jambe avant



Stabilisation

Axe de rotation



Facilite le passage des bras et la création de la vitesse



L'importance de l'ancrage de l'appui au sol

Applications pratiques

Amélioration de l'ancrage au sol et de la poussée des jambes

Exercices d'équilibre et de stabilité sur un seul appui faisant appel à différents régimes de contraction musculaire

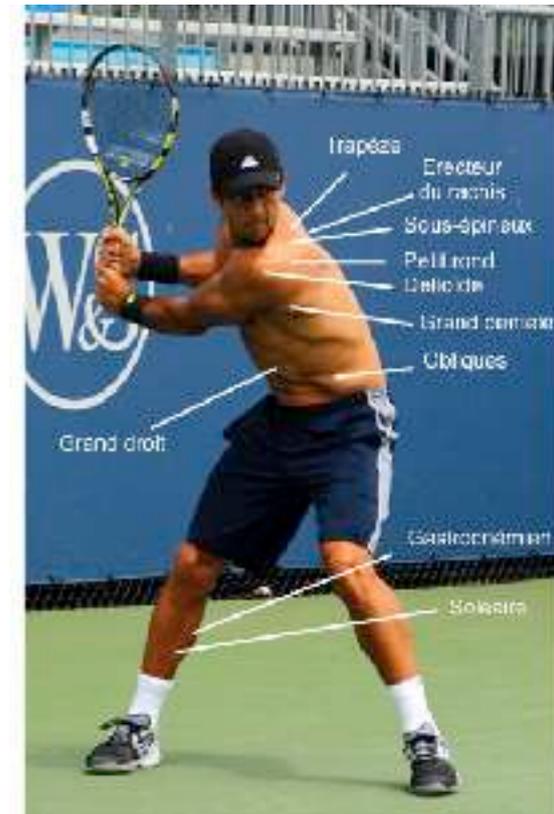


Les actions du tronc

1. Vissage du tronc (rotation longitudinale) et angle de séparation

La rotation de la raquette, des épaules et des hanches > en RV à 1 main (besoin de puissance)
 Les épaules tournent + que les hanches ==> angle de séparation de 20 – 30°

	Revers à 1 main	Revers à 2 mains
Ligne de la raquette (°)	Environ 250°	Environ 200°
Ligne des épaules (°)	Environ 120°	Environ 80°
Ligne des hanches (°)	Environ 90°	Environ 60°
Angle de séparation entre la ligne des hanches et des épaules (°)	Environ 30°	Environ 20°



Mise en tension des abdos et des rotateurs externes de l'épaule = stockage d'énergie élastique au niveau du tronc et du bras

Les actions du tronc

1. Vissage du tronc (rotation longitudinale) et angle de séparation

+ les joueurs ont tendance à « préparer loin » en tournant leur tronc, leurs épaules et leurs hanches vers l'arrière, + ils ont de chance de frapper fort en revers (Kibele et al., 2009).

Augmentation du chemin d'accélération de la raquette



Effet de l'âge ?

Dès l'âge de 10 - 12 ans, forte corrélation entre l'angle maximal de rotation du tronc en fin de préparation et la vitesse de balle (Kibele et al., 2009)

Effet du sexe ?

Rotation hanches et épaules > chez les femmes (+ 10% environ) (Fanchiang et al., 2013).

Déficit de force musculaire au niveau de la rotation du tronc (environ -20 %) (Ellenbecker et Roetert, 2004)

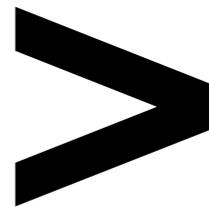
Les actions du tronc

2. Dévissage du tronc (rotation longitudinale) et le déclenchement de la frappe

Vitesse de rotation du tronc



RV à 2 mains :
500 °/s

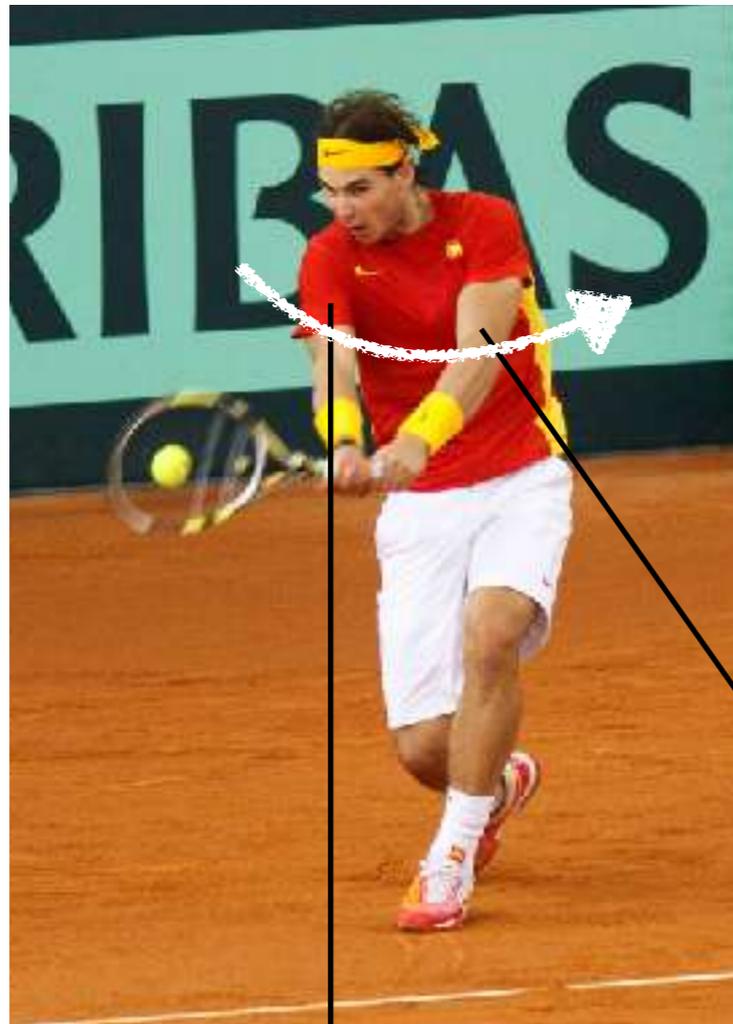


RV à 1 main :
300 °/s

Tronc accélérateur de la raquette (encore + en RV à 2 mains)

Stratégies différentes pour créer la vitesse de la raquette

Revers à 2 mains



Tronc et bras directeur
= générateur de vitesse+++

Revers à 2 mains



Bras directeur
= générateur de
vitesse+++ et
rôle de maintien
et de support

Tronc
= générateur de
vitesse+

Bras non directeur
= rôle de maintien et de support
et générateur de vitesse+

Stratégies différentes pour créer la vitesse de la raquette

Applications pratiques

Travail de renforcement différencié en fonction du revers (1 ou 2 mains) et du bras directeur

RV à 2 mains

- Qualités musculaires d'explosivité tronc + 2 bras
- Lancers de medecine-ball pour améliorer la vitesse de frappe en revers via l'optimisation de la rotation du tronc en amplitude et en vitesse

(Cardoso Marques, 2005) (Roetert et al., 2009).



RV à 1 main

- Qualités musculaires d'explosivité du bras dominant
- Travail avec élastiques, raquette lestée, etc...



Les actions du membre supérieur

Les poignets en RV à 2 mains

Agir à la fois de façon coordonnée mais aussi indépendante pour créer un couple de force qui permet des actions de « tirage – poussée » pour modifier la direction de la raquette et sa vitesse en un laps de temps très court, notamment dans les situations de crise temporelle comme la défense ou le passing-shot (Elliott et al., 2009)



Impact balle - raquette

- Forte variation des angles d'extension coude et poignet à l'impact d'un joueur à l'autre en fonction du type de revers, de la situation tactique et du type de prise utilisé.
- Coude pas tout à fait tendu, ni complètement verrouillé pour éviter de fortes contraintes.
- RV à 2 mains : coude + fléchi (130° vs. 165°) et poignet + en extension (146° vs. 120°)
(Reid and Elliott, 2002)



Accompagnement

Phase de décélération du corps et de traversée de la balle



- Position de « 2 ou 3 x 90° » pour les articulations du membre >
- Coude pointe devant
- Triple extension pour les articulations du membre >
- Bras libre stabilisateur

Trajectoire de raquette variable en fonction de la direction, de la hauteur et de l'effet

Le rôle du bras libre

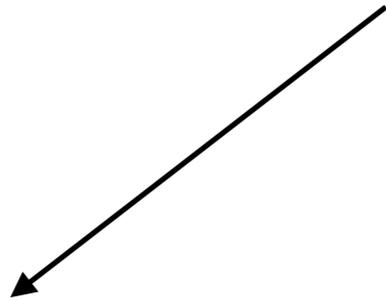
Missions fondamentales :

- guide et support au niveau du cœur de la raquette pour la rotation du buste vers l'arrière
- stabilisateur lors de l'accélération et de l'accompagnement ==> fonctionne en miroir

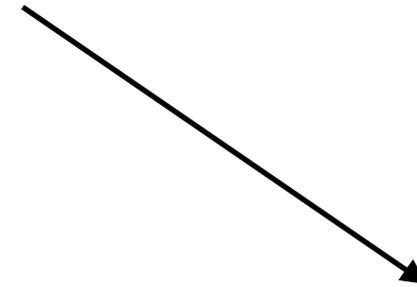


Particularités des revers à effets

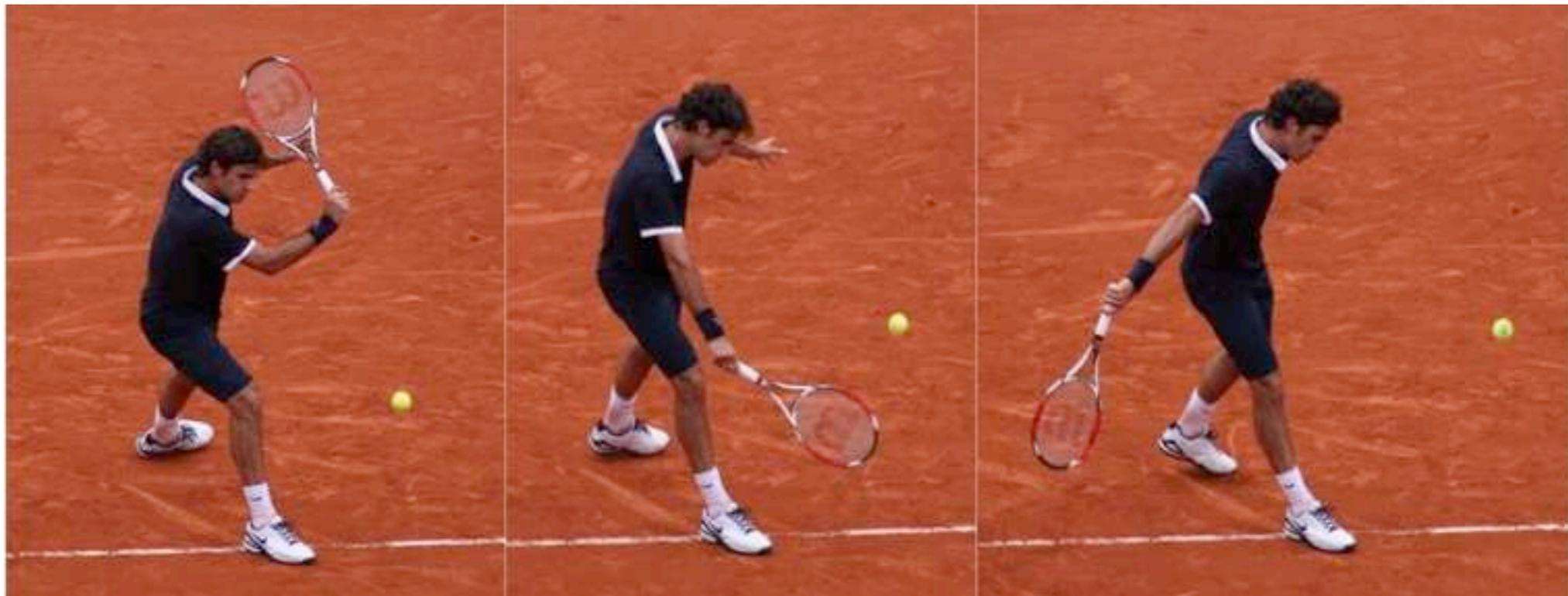
Facteurs de performance des effets (lift et slice) ?



Vitesse de la raquette



Trajectoire de la raquette



Particularités des revers à effets

Influence des effets sur la vitesse de la raquette ?

Accélérer la raquette
sur le plan vertical



Optimiser le « frotter » de balle
de bas en haut ou de haut en bas



Vitesse verticale différente (+ élevée
pour le slice)



Quantité de rotation > pour le
slice à haut niveau
(5000 vs. 3000 tours/min)

LIFT

SLICE



Particularités des effets en revers

Influence des effets sur la trajectoire de la raquette ?

- Angle « d'attaque » de la raquette varie en fonction du type d'effet (Elliott et al., 2009).
- Il augmente après l'impact quand le joueur lifte ou slice la balle.
- Trajectoire de raquette beaucoup + verticale vers le haut pour le lift et vers le bas pour le slice et beaucoup + « plate » quand le joueur frappe à plat.



Guide aux entraîneurs pour faire comprendre aux joueurs les différentes formes de trajectoires associées à la production des effets

Particularités du revers lifté

Contribution des articulations pour le lift ?

Accentuation des rôles du poignet, de l'épaule et du bras

- 1) déviation ulnaire (relâchement du poignet avant la frappe) puis déviation radiale du poignet pour recouvrir la balle
- 2) abduction de l'épaule pour verticaliser la trajectoire de la raquette



Particularités du revers slicé

Contribution des articulations pour le slice ?

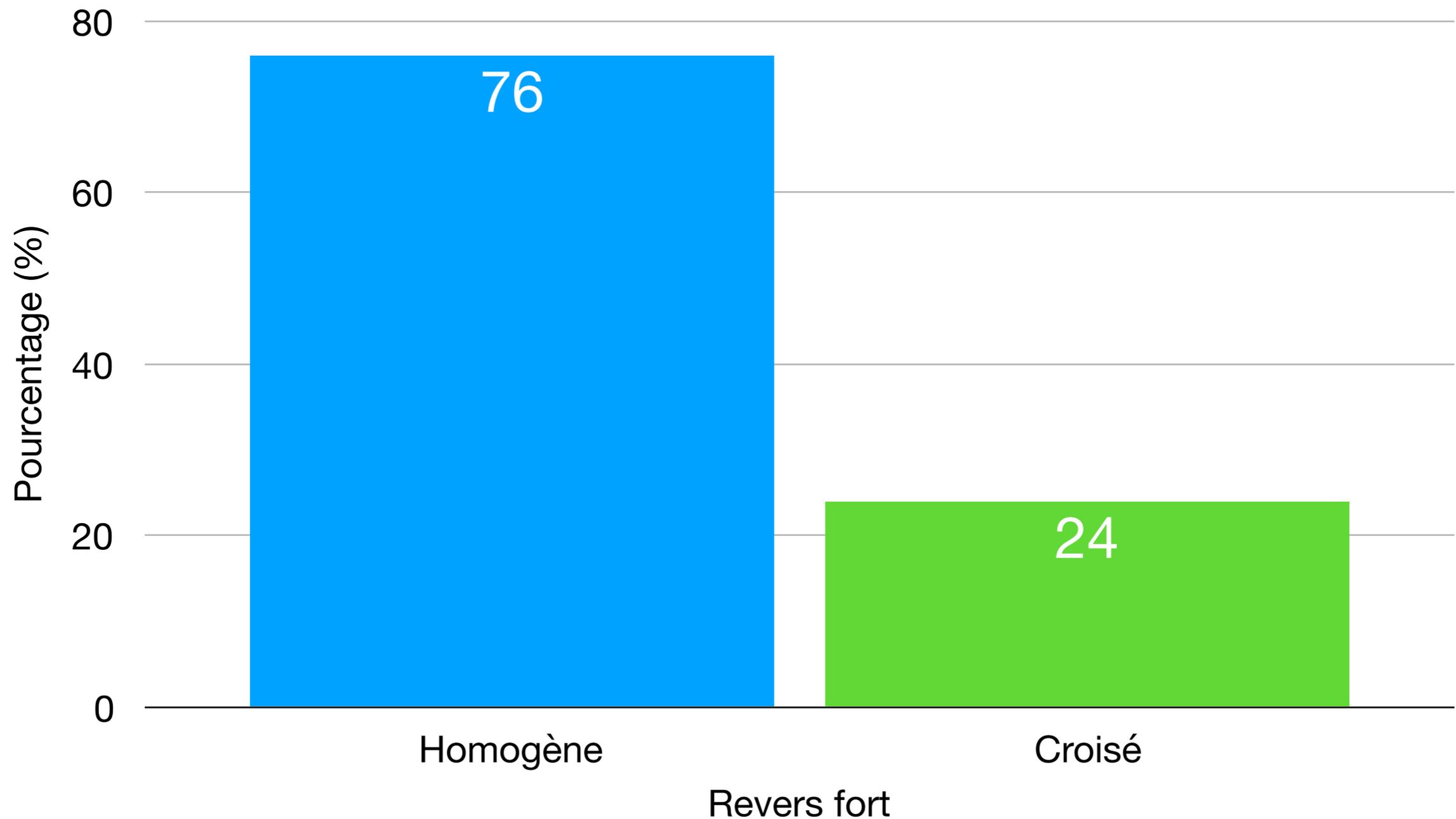
Accentuation des rôles du coude et du poignet qui terminent leur trajectoire vers le bas et sur le côté

- 1) abduction puis adduction de l'épaule pour verticaliser la trajectoire de la raquette
- 2) flexion puis extension du coude pour accélérer la raquette (25 % contribution)
- 3) déviation radiale puis ulnaire du poignet pour frotter la balle



Latéralité et performance en revers

Etude de Fanny Hulné (2016) : 200 joueurs de club classés en 2^{de} série



Latéralité et performance en revers

La latéralité oculo-manuelle homogène favoriserait l'efficacité du revers (Dorochenko, 2013)

Pourquoi ?

- œil directeur et main dominante du même côté permettent au joueur d'avancer son plan de frappe
- latéralité oculo-manuelle croisée peut poser problème car l'œil directeur voit la balle arriver plus tardivement, contrairement à l'œil directeur du joueur homogène.



Facteurs techniques et risques de blessures en revers

Revers à 1 main :

90 % des blessures du coude seraient dues à des erreurs techniques (Ellenbecker, 1995) (Ilfeld, 1992) (Renstrom, 2002).

Position du poignet à l'impact (Blackwell et Cole, 1994)

Frapper avec flexion excessive du poignet = sollicitation+++ des muscles extenseurs du poignet = augmentation des contraintes coude + poignet

Autres facteurs de risque de blessures du membre supérieur (Kelley et al., 1994)

- Frappes décentrées
- Tamis ouvert à l'impact
- Violente extension du coude jusqu'au « verrouillage » anatomique



Facteurs techniques et risques de blessures en revers

Orientation du pied avant lors de l'ancrage au sol (Iwamoto et al., 2013)

Pied avant parallèle à la ligne de fond de court

Pied = pivot autour duquel tournent hanches + tronc + épaules

Augmentation du couple de force cheville + genou + hanche

Augmentation des risques de blessures (entorses)



Encourager une pose de pied orientée vers le filet (environ 45°) pour faciliter la rotation du tronc avant l'impact et réduire les contraintes sur le membre inférieur (Pluim and Frank, 2003) (Ellenbecker, 2006)



Facteurs techniques et risques de blessures en revers

Influence sur les risques de douleurs lombaires ? (Kawasaki et al., 2005)

Vitesse et amplitude de rotation du tronc

Contraintes articulaires bas du dos



RV à 2 mains :
500 °/s



RV à 1 main :
300 °/s

Risques de douleurs lombaires >

Facteurs techniques et risques de blessures en coup droit

Position du poignet en revers à 2 mains et prises extrêmes (Rettig, 1994)

Déviatation ulnaire excessive de la main pour lifter ==> blessures chroniques du poignet



Merci de votre attention

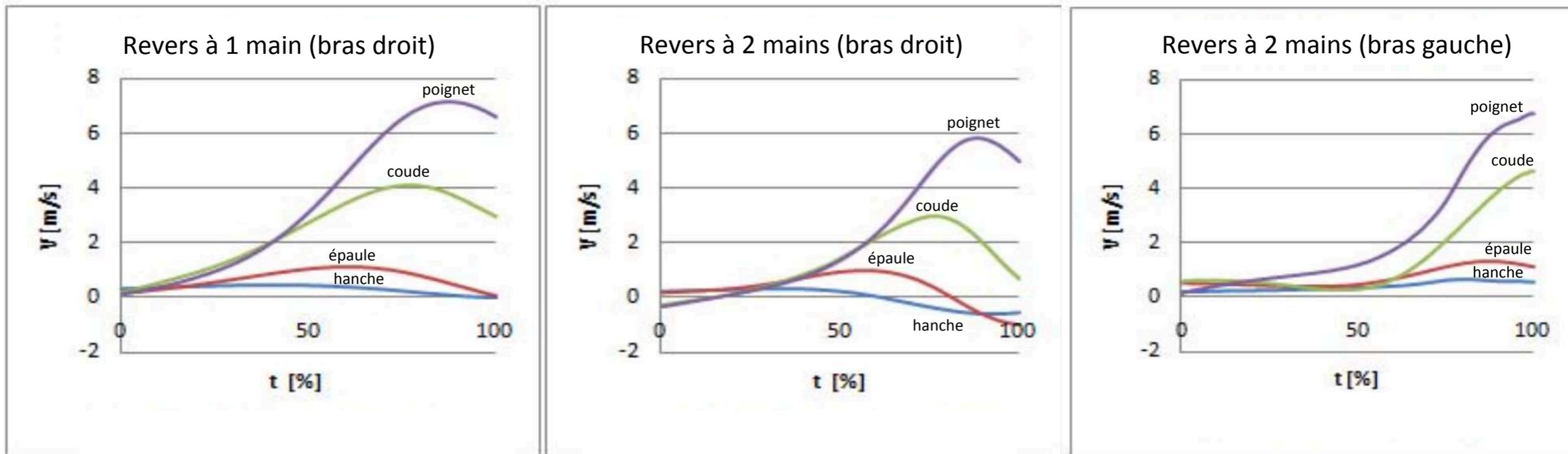
caromartin@numericable.fr

www.caromartin-tennis.com

La chaîne cinématique en revers

Principe de sommation des vitesses

Les articulations de la hanche, l'épaule, le coude, le poignet et la raquette atteignent leur vitesse maximale les 1 après les autres, dans un ordre bien précis allant du bas vers le haut du corps, des articulations les + proches du sol + plus éloignées



Séquence proximo-distale de la chaîne cinématique : le revers est initié par les segments proximaux les + lourds et larges (membres inférieurs puis tronc). Puis, le mouvement progresse vers les segments les + rapides, petits et légers (bras, avant-bras, main, raquette).