



# Perspectives biomécaniques sur les phases d'habiletés fondamentales de Tennis Canada : Dynamique écologique, génération de forces et jeu de lecture

Tim Hopper<sup>1</sup>  et Jesse Rhoades<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Université de Victoria, Canada. <sup>2</sup>Université du Dakota du Nord, États-Unis.

## RÉSUMÉ

Dans la perspective de la dynamique écologique et d'une approche de l'entraînement du tennis basé sur le jeu, cet article applique une analyse biomécanique aux cinq phases d'habiletés fondamentales de Tennis Canada, à savoir la récupération, le point d'impact, la préparation, la zone de frappe et la prise, ainsi qu'aux concepts tactiques de temps, d'espace, de force et de risque. Le but de cet article est de localiser, dans le jeu de lecture du joueur, les principes biomécaniques de la génération de force dans les coups de tennis qui informent les cinq phases d'habiletés fondamentales de Tennis Canada. Nous suggérons que ces principes fondamentaux peuvent être utilisés efficacement pendant le jeu afin que la force puisse être considérée comme faisant partie de la conscience tactique. Dans une approche basée sur le jeu, nous considérons que la jouabilité se réfère à la capacité d'un joueur à lire les schémas de jeu émergents comme un élément critique dans l'application réussie des principes biomécaniques à la mécanique des coups. Nous proposons que les idées de couplage perception-action de la psychologie écologique, guidées par le modèle des 4R (lire, répondre, réagir et récupérer) pour le cycle de mouvement du coup, favorisent la jouabilité des joueurs de tennis, qu'ils soient débutants ou avancés. Le but de cet article est donc d'aider les professionnels de l'enseignement du tennis à combiner les idées de la pédagogie sportive, de la biomécanique et de l'apprentissage moteur dans l'entraînement du tennis, afin que leurs joueurs puissent expérimenter le flux de forces d'un tennis bien joué.

**Mots-clés :** Biomécanique, psychologie écologique, couplage perception-action, apprentissage par le jeu.

**Reçu :** 7 Avril 2022

**Accepté :** 15 Mai 2023

**Correspondance :** Tim Hopper.  
Email: [thopper@uvic.ca](mailto:thopper@uvic.ca)

## INTRODUCTION

L'étude de la production de force dans le sport relève de la biomécanique, c'est-à-dire de l'application des lois mécaniques relatives au mouvement du corps humain. Par jeu, nous entendons la capacité du joueur à lire et à participer aux schémas de jeu émergents déterminés par les règles, l'intention du jeu et les actions des autres joueurs. L'intention de cet article est de situer, dans la lecture du jeu par le joueur, les principes biomécaniques qui sous-tendent les cinq phases d'habiletés fondamentales de Tennis Canada, à savoir la récupération, le point d'impact, la préparation, la zone de frappe et la prise, et la façon dont ils peuvent être utilisés efficacement pendant le jeu afin que la génération de force puisse être considérée comme faisant partie de la conscience tactique. Ces phases d'habiletés fondamentales sont utilisées dans les cours de certification des entraîneurs de l'Association professionnelle de tennis de Tennis Canada (Tennis Canada, 2015). De plus, nous appliquerons une perspective de dynamique écologique pour comprendre comment le contexte de jeu déclenche l'application des habiletés alors

que nous développons un aperçu de la façon dont les indices techniques suggérés par Tennis Canada favorisent le jeu habile. L'approche de la dynamique écologique considère que le mouvement découle d'une relation auto-organisée entre un individu, la tâche qu'il accomplit et l'environnement (y compris l'adversaire) dans lequel il se produit, créant ainsi un système de mouvement (Hopper et Rhoades, 2022a ; O'Sullivan, et al., 2020). Les compétences appliquées efficacement dans le jeu sont considérées comme des solutions de mouvement fonctionnelles dynamiques qui émergent lorsque le joueur interagit continuellement avec une série de contraintes liées à la tâche et à l'environnement. Par conséquent, les forces générées par les actions du joueur pour exécuter avec succès une compétence sont de nature adaptative, devenant plus efficaces sur la base d'un engagement holistique qui "cherche à englober les capacités physiques intégrées dans la perception... la mémoire, l'anticipation et l'apprentissage de la prise de décision" (O'Sullivan, et al., 2020, p. 452).

L'efficacité dans la production d'habiletés motrices fait référence à la capacité d'exécuter des mouvements ou des

habiletés avec le moins d'effort et de dépense d'énergie possible, tout en atteignant le résultat souhaité (Knudson, 2021). Elle englobe des facteurs tels que la précision, la vitesse, la fluidité, la puissance et l'économie de mouvement. Une grande efficacité dans la production d'habiletés motrices permet une performance plus constante du joueur, la conservation de l'énergie et l'endurance du mouvement. Dans les sports à compétences ouvertes, comme le tennis, la nature répétitive du sport et les exigences liées à l'utilisation d'une série de coups dans différentes situations obligent le joueur à lire et à répondre aux actions de l'adversaire, puis à sélectionner le coup le plus efficace pour obtenir le résultat souhaité. Par conséquent, dans cet article, nous examinons les principes biomécaniques qui sous-tendent les cinq phases d'habiletés fondamentales de Tennis Canada pour les joueurs débutants et avancés, ainsi que la capacité du joueur à lire tactiquement la situation pour y répondre efficacement par des coups efficaces sur le plan biomécanique.

### JEU-PRATIQUE-JEU : CONCEPTS TACTIQUES, RÉGLAGES ET BIOMÉCANIQUE

Conformément à l'engagement de Tennis Canada envers l'approche jeu-pratique-jeu (Tennis Canada, 2015), liée aux idées axées sur le jeu de l'éducation physique promues par le modèle Teaching Games for Understanding (TGfU) (Bunker, Thorpe et Almond, 1986), une prémisse clé est de comprendre d'abord les fondements des habiletés d'un jeu, puis de s'entraîner à rejouer le jeu en question. L'objectif de cette approche est que les joueurs jouent un match qui met l'accent sur l'application tactique d'une technique de frappe fondamentale donnée, puis qu'ils pratiquent cette technique fondamentale par le biais d'une série de tâches progressives de type jeu, encadrées par un examen par l'instructeur d'un aspect lié au jeu d'une technique de frappe fondamentale. Après une pratique appropriée et l'atteinte de certains objectifs, les joueurs reviennent au jeu modifié qui a initié le processus d'apprentissage (voir les explications vidéo dans Hopper, 2022). Ce retour au jeu avec des idées tactiques et des indices techniques pratiqués invite le joueur à construire la mécanique du coup en relation avec les stratégies de base du jeu, ce qui à son tour conduit à la capacité du joueur à lire le jeu et à sélectionner le coup approprié.

Les stratégies font référence à des façons de jouer qui permettent de participer avec succès à la structure du jeu. Par exemple, la Fédération internationale de tennis (ITF) se réfère aux principes stratégiques du jeu comme (1) garder la balle en jeu, (2) se positionner pour couvrir la surface du terrain, (3) placer les coups pour faire bouger l'adversaire, et (4) appliquer la force sur la balle en fonction de ses forces et des faiblesses de l'adversaire (ITF-Academy, 2021). Les tactiques sont considérées comme des idées généralisées, basées sur un objectif stratégique, qui peuvent être combinées pour atteindre un certain résultat dans un jeu, afin d'obtenir un avantage sur l'adversaire dans la compétition d'un point. Comme le notent les spécialistes de la pédagogie du sport Mitchell et al. (2021) et Hopper (2011), les concepts tactiques de temps, d'espace, de risque et de force peuvent être utilisés pour appliquer des principes stratégiques. Ces concepts tactiques créent une lentille à travers laquelle interpréter les exigences du jeu, les opportunités de gagner un avantage, de gagner des points. Par exemple, le programme de Tennis Canada (2015) fait référence à ces concepts tactiques en relation avec le temps, l'espace et le risque. Les exemples suivants sont tirés du matériel de cours du module de Tennis Canada (Tennis Canada, 2019) :

1. "Rattraper le temps lorsque l'on est sous pression en envoyant un coup plus haut pour gagner du temps pour récupérer" et "prendre du temps pour mettre l'adversaire sous pression en sortant la balle plus tôt ou en frappant la balle plus fort" (balle montante ou volée).
2. "Surmonter l'adversaire en gardant la balle constamment au-dessus du filet et dans le court" et "déplacer l'adversaire en dirigeant la balle dans le court ouvert ou vers le point faible de l'adversaire".
3. Le concept tactique de risque fait référence au moment où il faut défendre pour garder le ballon en jeu, au moment où il faut attaquer pour mettre la pression sur l'adversaire et au moment où il faut jouer neutre pour garder le point engagé.

En ce qui concerne la force, Tennis Canada fait référence aux cinq phases d'habiletés fondamentales qui fournissent des repères techniques dans le cycle de mouvement du coup de réception et de projection impliquant le jeu de jambes et la coordination du corps avec la trajectoire de la balle. Ce cycle permet au joueur de générer une force contrôlée sur la balle de tennis au fur et à mesure qu'il développe ses habiletés dans le jeu en influençant la trajectoire, l'angle et la vitesse (PAS) de la face de la raquette sur la balle en fonction de son intention pour le coup dans la situation de jeu. Ces compétences fondamentales ne sont utiles que si elles sont apprises en relation avec un jeu dans lequel le joueur est devenu attentif aux opportunités d'exécuter un coup en manipulant le temps, l'espace et la force avec un certain niveau de risque dans le cadre du processus de jeu d'un point. La psychologie écologique désigne ces opportunités par le terme d'"affordances".

Renshaw et Chow (2019) indiquent que les affordances "consistent en des propriétés de l'environnement qui offrent des "opportunités d'action" à chaque individu" (p. 107). Pour profiter de ces opportunités, un joueur doit être capable de lire le jeu, d'anticiper ce que l'adversaire fera ensuite par rapport à l'espace, au temps et à la force sur le ballon. Au fur et à mesure que le jeu se développe, le joueur planifie ses prochaines actions en fonction des schémas de jeu qui se dessinent, de sa capacité personnelle à générer de la force sur le ballon et du niveau de risque qu'il souhaite prendre. Cette lecture fait référence à un couplage perception-action dans lequel "l'individu est à la fois un percepteur de l'environnement et un acteur de l'environnement". Par conséquent, ce que nous voyons dans notre environnement détermine ce que nous faisons" (p. 106). Le couplage perception-action est la coordination entre la vision (y compris le temps et l'espace) et le mouvement. Du point de vue des systèmes dynamiques, cela signifie que le joueur est attentif aux opportunités (invitations à l'action) dans son environnement, y compris les actions de son adversaire. Dans une compétition de tennis, ce couplage perception-action implique de nombreuses formes d'informations différentes, mais l'essentiel est de se concentrer sur le terrain, sur la manière de manipuler le tapis pour diriger la balle, sur les actions de l'adversaire (ses forces et ses faiblesses) et sur le score du match. Comme le soulignent Carvalho et al. (2013), ces affordances sont générées par les pratiques et les jeux conçus par l'entraîneur en fixant des contraintes de tâche "pour guider l'attention des joueurs vers des sources d'information pertinentes basées sur leurs propres actions" (p. 10).

## INDICATIONS TECHNIQUES ET BIOMÉCANIQUE

Souvent, lorsqu'ils parlent de biomécanique, les entraîneurs et les professeurs d'éducation physique pensent à la technique. Comme l'a souligné Martínez-Gallego (2021) dans le cadre du programme Tennis Academy de l'ITF, il est important de comprendre que ces deux notions, bien que liées, ne sont pas identiques. La biomécanique est une science du sport qui étudie les principes affectant le mouvement humain. La technique se réfère à l'application pratique de ces principes dans un coup ou un mouvement donné. Par exemple, deux joueurs peuvent avoir des techniques très différentes lorsqu'ils servent une balle et pourtant utiliser les mêmes principes biomécaniques (chaîne de coordination, énergie élastique) de manière à ce que les deux coups soient efficaces. Par conséquent, pour comprendre comment appliquer les principes biomécaniques, un joueur doit comprendre ses propres compétences et le contexte de jeu dans lequel les principes seront appliqués (compréhension tactique). Grâce à l'expérimentation basée sur des problèmes de jeu en relation avec les contraintes d'une bonne conception et les conseils de l'entraîneur (Carvalho et al., 2013), le joueur peut arriver à comprendre comment il peut générer efficacement la force et la direction souhaitées sur le ballon.

Les indications techniques servent de guide aux principes biomécaniques. Elles sont de nature générale afin de permettre une interprétation individuelle, mais elles sont basées sur l'engagement du joueur à générer un flux efficace de forces dans le cadre des exigences tactiques du jeu. Pour enseigner les clés techniques dans le cadre d'une approche axée sur le jeu, Tennis Canada se concentre sur quatre catégories pour guider une leçon de tennis. La première catégorie, " Je peux jouer le point ", encourage les joueurs à jouer contre différents adversaires, en favorisant les matchs avec un système de pointage rapide qui permet aux joueurs de changer d'adversaire et de marquer des points pour leur équipe (Tennis Canada, 2015, p. 13). Tennis Canada regroupe ensuite les coups en trois catégories : (1) " puis-je faire un échange ", (2) " puis-je amorcer un point " et (3) " puis-je jouer au filet ". En se basant sur ces catégories de coups, la figure 1 met en évidence les cinq domaines d'habiletés fondamentales de Tennis Canada (2019) pour l'analyse des catégories de coups : (1) la récupération, y compris le jeu de jambes entre les coups, (2) le point d'impact, où toucher la balle par rapport au corps, (3) le positionnement du corps avant de frapper la balle, (4) la zone de frappe basée sur la PAS de la face de la raquette avant, pendant et après l'impact avec la balle (voir les vidéos dans Hopper, 2022), et (5) la façon de saisir la raquette (prise du coup droit de l'Est, prise du revers, continentale pour la volée et le service).

## LES 4RS ET LE CYCLE D'ÉVOLUTION DE CARRIÈRE

Pour analyser les domaines de compétences fondamentales, il est important de noter que chaque coup est contenu dans un cycle de mouvement du coup, depuis la frappe de la balle jusqu'à la récupération, puis la lecture de la situation, la réponse lorsque l'adversaire se prépare à exécuter un coup, puis la préparation pour jouer un coup en réponse en réagissant à la balle entrante pour exécuter un autre coup, puis, si nécessaire, la répétition du cycle. Hopper (2003, 2007) et l'ITF-Academy (2019) appellent cela le modèle des 4R. La figure 2 illustre ce cycle de mouvement de frappe. Remarquez dans ce diagramme que le positionnement "Base", qu'il soit situé derrière la ligne de fond ou au filet, fait référence à une position de RÉCUPÉRATION entre les coups, ce qui

est essentiel pour initier n'importe quel coup. Cette phase prépare le joueur à LIRE la situation et à décider où aller sur le terrain en prévision du prochain coup de l'adversaire et de sa réponse éventuelle. Fondamentalement, ce mouvement de prise de décision est basé sur la façon dont l'adversaire prépare son coup. La décision prise dans la phase de LECTURE sert de base à la phase de RÉACTION, dans laquelle le joueur choisit un coup lorsque l'adversaire joue la balle, et le joueur met son corps en mouvement avec un saut ou un pas sautillant pour couvrir la zone cible lorsque l'adversaire frappe la balle. Dans la phase de RÉACTION, le joueur ajuste sa position par rapport à la balle qui entre dans son court et exécute le coup choisi, mais avec la possibilité de faire des ajustements fins, de répondre, à ce que l'adversaire fait ou à un rebond erroné. Le cycle revient ensuite à la phase de RÉCUPÉRATION, et le processus recommence si la balle est toujours en jeu.

Le modèle des 4R crée un cycle de mouvement décisionnel pour chaque coup. En gardant cela à l'esprit, nous pouvons maintenant décomposer la biomécanique pour chaque compétence fondamentale. Pour ce faire, nous adapterons le cadre mnémotechnique BIOMECS de Martínez-Gallego (2021) en ajoutant la stabilité (S) pour nous concentrer sur la face de la raquette. En utilisant le cadre BIOMECS, nous avons les définitions de base des principes biomécaniques appliqués au tennis, présentés dans la Figure 3.

Dans la section suivante, en nous référant à la figure 1, nous appliquerons le cadre BIOMECS à chaque phase fondamentale d'une habileté, en sélectionnant les principes biomécaniques clés implicites dans les indices techniques. Dans la dernière section, nous reviendrons à la figure 2, le jeu de lecture du joueur, pour situer ces idées biomécaniques pour la génération de force dans le cycle de mouvement de la course 4R.

## L'ANALYSE DES PHASES FONDAMENTALES D'UNE COMPÉTENCE

L'application de BIOMECS à chaque phase fondamentale d'une habileté ou d'un coup donné dans la figure 1 nous permet d'identifier les principes biomécaniques implicites dans les indices techniques suggérés. Pour chaque phase, nous avons mis en évidence au moins trois principes biomécaniques.

### Récupération et jeu de jambes

La récupération en position athlétique fait référence aux mouvements de récupération au tennis après avoir terminé un coup. Il s'agit de se mettre en position de départ, soit derrière la ligne de fond, soit juste devant le point médian entre la ligne de service et le filet, pour défendre la surface du court, tout en faisant face à l'adversaire. La clé de tout coup est la poussée de la force opposée du FRS qui permet un mouvement de récupération rapide. Les joueurs ont le choix entre des pas de course pour revenir rapidement sur le terrain, des pas croisés pour couvrir plus de terrain face à l'adversaire et des pas de côté pour couvrir l'espace immédiat sur le terrain. La stabilité grâce à l'équilibre dynamique est essentielle lorsque le joueur se déplace, surveille les actions de l'adversaire et se prépare pour le prochain tir. La clé est de surmonter l'inertie stationnaire. Si un joueur s'arrête, il se produit une inertie qui demande du temps et de la force pour être surmontée. Par conséquent, dans l'idéal, le joueur devrait faire des pas courts, rapides et mobiles lorsqu'il se positionne pendant un point.

Figure 1

Liste de contrôle des cinq principes fondamentaux de Tennis Canada\*.

PHASES DE COMPÉTENCES	INFORMATIONS GÉNÉRALES	SERVICE	VOLÉES
<p><b>RÉCUPÉRATION</b> En <b>position athlétique</b> <i>athlétique, les pieds légèrement décalés, face à l'adversaire.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jeu de jambes jusqu'à la "<b>base</b>" dans une position équilibrée et prête avec la tête haute.</li> <li>- <b>Pousser</b> en utilisant des pas traînants, des pas croisés ou des pas de course en fonction de la distance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depuis l'emplacement du service derrière la ligne de fond ou au-delà de la ligne de service</li> <li>- <b>Avant que</b> l'adversaire n'impacte le ballon</li> <li>- <i>Équilibre vers l'avant avec le poids en mouvement</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En <b>position de préparation</b>, le poids est porté vers l'avant, en <i>gardant le corps en mouvement.</i></li> <li>- <b>Avant que la balle ne rebondisse</b> de l'autre côté</li> <li>- Raquette soutenue par la main non dominante</li> </ul>
<p><b>POINT D'IMPACT</b> <i>Centre de la corde. Balle à une distance confortable du corps</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Du genou à la taille</li> <li>- Légèrement <b>décalé et à l'avant</b></li> <li>- Distance confortable devant et sur le côté du corps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Bras tendu</b> vers le haut</li> <li>- Légèrement <b>décalé et à l'avant</b></li> <li>- A la 1 (à droite), 11 heures (gauche)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Au niveau de la <b>poitrine</b></li> <li>- Légèrement <b>décalé et à l'avant</b></li> <li>- À une <b>distance confortable</b></li> <li>- <i>Le corps s'adapte à la hauteur du ballon.</i></li> </ul>
<p><b>POSITIONNEMENT POUR LA FRAPPE</b> <i>Le bras et le corps se déplacent d'un seul bloc (virage unitaire) avant que le ballon n'entre dans le terrain du côté du joueur.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Se diriger vers le bon</b> endroit en gardant <b>l'équilibre</b></li> <li>- Préparation <b>latérale</b> du pied, <b>du corps et de la raquette</b> (virage unitaire)</li> <li>- <i>La raquette portée au <b>sommet</b></i></li> <li>- <b>Avant que</b> la balle ne rebondisse</li> <li>- <i>Garder la raquette en mouvement pendant le ramassage</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se positionner <b>latéralement</b> derrière la ligne de fond.</li> <li>- Coordonner les deux bras dans une "<b>position de trophée</b>" avec le bras lanceur vers le haut, en le tenant haut avant que le ballon ne retombe.</li> <li>- <b>Lancer la balle vers le haut et devant le corps, légèrement au-dessus du point d'impact.</b></li> <li>- <i>Garder la raquette en mouvement</i></li> </ul>	<p>Basé sur le côté où la balle arrive :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Sortir en</b> préparant la raquette derrière le point d'impact en effectuant une légère <b>rotation de l'épaule.</b></li> <li>- <b>Prise</b> latérale du revers et préparation de la raquette avec la <b>main non dominante</b></li> <li>- Se préparer <b>avant que le ballon ne franchisse le filet</b></li> <li>- <i>Pas/prise/action en avant vers le ballon.</i></li> </ul>
<p><b>HIT ZONE</b> <i>Les cordes se déplacent régulièrement vers la cible visée. Poignet détendu</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Étendez" la face de la raquette vers la cible aussi loin que possible.</b></li> <li>- Garder le <b>poignet stable et détendu</b> lors du contact</li> <li>- <i>Trajectoire basse à haute pour le lift, trajectoire haute à basse pour le slice</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lancer" la raquette sur la balle</b> et sur la cible</li> <li>- Utilisez la <b>rotation de l'épaule</b> (<i>de l'avant-bras qui lance vers l'arrière</i>) et la <b>pronation</b> de l'avant-bras (rotation de l'avant-bras vers l'extérieur).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintenir une action de "<b>rattrapage</b>" pour s'assurer que la raquette fait face à la cible avant et après avoir frappé la balle.</li> <li>- <b>Maintenez la face de la raquette stable</b> avant et après la frappe de la balle.</li> <li>- <i>Sur la balle, à partir du poignet, utilisez l'action "coupante" basée sur l'angle de la face de la raquette.</i></li> </ul>
<p><b>LIAISON (de base)</b> <i>La prise change au fur et à mesure que le joueur se développe.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Est Droite</b></li> <li>● <b>Continental</b></li> <li>● <b>Est de l'inversion</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continental (haut/bas)</li> <li>- Est depuis la droite (face latérale)</li> <li>Revers à une main : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coup droit est (côté supérieur)</li> </ul> </li> <li>Revers à deux mains : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Main inférieure : Continental</li> <li>- Main supérieure : poignée Est</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continental initial (haut/côté)</li> <li>- Permet une <b>stabilité de la face de la raquette à l'impact</b></li> <li>- Prolonger avec la <b>prise du revers Est</b> pour augmenter l'action du poignet</li> <li>- On a l'impression de marteler le bord de la raquette.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continental (haut/bas)</li> <li>- Permet d'obtenir une <b>face de raquette stable et ouverte au moment du contact.</b></li> <li>- <i>En revers, c'est le bon moment pour changer de prise.</i></li> </ul>

\*Adapté du cours d'instructeur de Tennis Canada (2019), avril 2019. Texte en italique ajouté pour souligner les points clés liés aux propriétés biomécaniques.

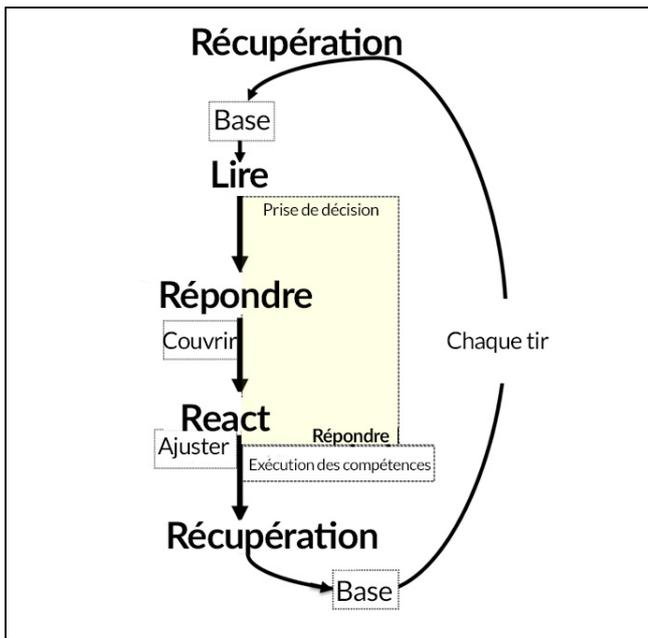


Figure 2. Le modèle 4R pour la lecture du jeu dans le cycle de mouvement de la course.

Figure 3

Définition des termes biomécaniques clés pour le tennis étiqueté BIOMECS.

Bilan (B)
<p>L'équilibre fait référence à la capacité du joueur à contrôler et/ou à manipuler la relation entre son centre de masse (CM) et la base d'appui. La création d'une base d'appui plus large augmente la stabilité générale. Le passage de l'équilibre du pied arrière au pied avant développe un élan linéaire dans la direction du changement. L'équilibre statique est la capacité à maintenir une base d'appui avec un minimum de mouvement. L'équilibre dynamique est la capacité à effectuer une tâche tout en maintenant une position stable. En outre, l'équilibre est amélioré par l'abaissement de la CM. Une CM plus basse réduit l'effet de levier du corps et augmente la force nécessaire pour déplacer la CM de la base d'appui. Cependant, une CM plus élevée offre un avantage mécanique pour déplacer la CM de la base d'appui en créant un bras de levier plus long et en augmentant le potentiel de mouvement.</p>
Inertie linéaire et angulaire (I)
<p>L'inertie est la tendance d'un corps au repos à rester au repos ou d'un corps en mouvement (angulaire ou linéaire) à rester en mouvement s'il n'est pas perturbé par une force extérieure. L'inertie angulaire est le produit de la masse et du rayon (au carré) et sa valeur dépend de la longueur du levier et du poids de l'objet. Par exemple, un joueur effectuant un drop shot aura tendance à rester en mouvement (en gardant l'inertie linéaire constante) à moins d'être perturbé par une force extérieure. Les muscles des membres inférieurs du joueur contribueront à générer une force en utilisant le sol pour ralentir le joueur et lui permettre de retrouver sa position sur le terrain.</p>

Force d'opposition (O)
<p>La force opposée fait référence à la loi selon laquelle toute action/force a une réaction/force égale et opposée. La force de réaction du sol (FRS) fait référence à la force obtenue du sol lorsque le joueur pousse contre lui. Par exemple, le saut pour un smash comporte des mouvements préparatoires au cours desquels le joueur plie les genoux, abaisse le corps et, en fait, pousse contre le sol. En retour, le sol réagit et pousse contre le joueur, ce qui l'aide à sauter. La raison pour laquelle le joueur bouge et le sol ne bouge pas est liée à la différence de poids entre le joueur et le sol.</p>
Momentum (M)
<p>Les joueurs qui souhaitent augmenter la vitesse de leur raquette doivent augmenter l'élan qu'ils génèrent. Il est important de comprendre que le développement de l'élan linéaire et angulaire commence par les forces au sol générées par les joueurs grâce à leur jeu de jambes. Il existe deux types d'élan : l'élan angulaire et l'élan linéaire. L'élan linéaire est la quantité de mouvement linéaire que possède un corps (produit de la masse et de la vitesse) et s'observe le mieux dans la coupe du coup droit, où le poids est transféré du pied arrière au pied avant. L'élan ou l'élan angulaire est la quantité de mouvement angulaire que possède un corps, et s'observe le mieux dans le coup droit ouvert, où l'élan provient de la rotation du haut du corps par rapport à la partie inférieure, plus avancée, du corps. L'élan se réfère à la quantité et à la direction de l'élan appliqué à un moment donné, comme le mouvement de la raquette au service.</p>
Énergie élastique (E)
<p>L'énergie élastique est l'énergie stockée dans les muscles et les tendons en raison de l'étirement du muscle (par exemple, pendant la phase d'élan arrière de la raquette). Elle est également connue comme la composante contractile passive du tissu musculaire ; il n'est pas nécessaire d'avoir une contraction active pour stocker ou libérer cette énergie. Les muscles étirés (qui sont dans un état musculaire actif plus élevé qu'au repos) et les tendons reprennent leur forme initiale et, ce faisant, une partie de l'énergie stockée est récupérée et favorise le mouvement.</p>
Chaîne de coordination (C)
<p>La coordination peut être résumée comme la combinaison des contractions musculaires et du système de levier squelettique qui permet d'exécuter efficacement différents mouvements, simultanément ou séparément. Par exemple, la coordination ou l'enchaînement des mouvements depuis le sol jusqu'au bras de raquette en passant par le tronc est nécessaire à la réalisation efficace de la frappe. Lors d'une volée, où la précision est nécessaire, les segments du corps se déplaceront davantage en tant qu'unité, alors qu'au service et dans les coups au sol, les segments du corps seront coordonnés de manière séquentielle afin que des vitesses de raquette élevées puissent être générées grâce à une synchronisation optimale de la chaîne cinétique des actions dans les segments du corps.</p>

### Stabilité (S)

Liée à l'équilibre, la stabilité fait référence à l'exécution d'un mouvement ou d'un coup avec une résistance à l'accélération linéaire et angulaire, ou plutôt, une résistance à la rupture de l'équilibre. En général, les joueurs augmentent la stabilité pour éviter les mouvements indésirables, par exemple en contrôlant la face de la raquette au moment du contact avec la balle. La différence entre la stabilité et l'équilibre est que l'équilibre est la capacité de contrôler son corps sans se déplacer contre la gravité. La stabilité est la capacité à contrôler le corps et les parties qui lui sont liées pendant le mouvement. Par exemple, au moment du contact avec la balle, le mouvement de la raquette et des mains permet de contrôler une face de raquette stable et plate au moment du contact avec la balle, ce qui permet au joueur de contrôler la direction, la hauteur, la vitesse et l'effet de la balle.

### Point d'impact

Le point d'impact désigne l'endroit où la balle est frappée par rapport au corps. Idéalement, le point d'impact doit se situer à une distance confortable du corps, juste devant et sur le côté. Le joueur doit avoir une sensation d'équilibre et d'instabilité lorsqu'il entre en contact avec la balle et se déplace ensuite sans effort vers la récupération. L'intention de localiser le point d'impact idéal est la coordination de tous les segments du corps pour se déplacer et s'ajuster par rapport à la balle et au coup choisi. La clé est d'anticiper où aller sur le court pour entrer en contact avec la balle à l'endroit idéal afin d'exécuter les forces, générées par le corps pour le coup, qui seront libérées des cordes de la raquette vers la balle avec la direction, la vitesse et la puissance souhaitées. Pour les coups de fond, ce point se situe généralement à la hauteur de la taille ou du genou, juste devant le corps, à une distance confortable pour que le bras de la raquette puisse s'étendre dans le coup. Pour le service, ce point d'impact se situe légèrement sur le côté du corps (voir figure 1). Le lancer sera plus haut que la hauteur de la raquette et du bras étendus et juste devant, à environ trente centimètres du pied avant, si la balle rebondit. Pour la volée, le point d'impact se situe idéalement à la hauteur de la poitrine (parfois du genou à la tête), les jambes se pliant et se fléchissant pour ajuster la hauteur du corps. Comme pour les coups de fond, la distance par rapport au corps est similaire pour la volée, mais l'essentiel est de minimiser les mouvements de la raquette, en se concentrant sur la stabilité de la face de la raquette au moment de l'impact.

### Préparation du coup

Cette phase se concentre sur la façon dont le corps se prépare à exécuter un coup de tennis. En se préparant à frapper la balle, le corps doit être en équilibre statique, stable avec une résistance à l'accélération linéaire et angulaire, avec le poids légèrement (mais pas entièrement) déplacé vers le pied arrière par rapport au coup exécuté. Avant que la balle n'arrive, le joueur se prépare à la volée par une action de "sortie" ; pour le coup de pied de fond (avant que la balle ne rebondisse), il se tient quelque peu latéralement avec une rotation du haut du corps ; et pour le service, il charge le pied arrière latéralement (à angle droit) par rapport à la ligne de fond, prêt à s'avancer, alors que le joueur se prépare à soulever la balle. L'énergie élastique est générée dans le corps par le mouvement en spirale des segments du corps dans une torsion unitaire (le haut du corps et les hanches avec les jambes fixes). Cette

torsion unitaire est minimale pour la volée, avec la rotation de l'épaule et la raquette reposant dans la main non dominante, créant ainsi tout l'enroulement nécessaire à l'action "pas en avant/prise de balle/pas". Pour le coup de pied, l'unité d'élan est plus prononcée, avec un élan arrière de la raquette qui permet aux bras et au haut du corps de créer une spirale avec le bas du corps, le coude se fléchit pour créer un bras de levier plus court qui est prêt à s'étendre pour un mouvement vers l'avant. La puissance élastique est stockée dans l'étirement rotatif des grands muscles des épaules, du dos et du torse (y compris les hanches). Tenir la raquette haute lorsqu'on la ramène vers l'arrière permet d'utiliser la gravité pour vaincre l'inertie avant de se balancer vers l'avant lorsque la tête de la raquette descend au moment d'initier le coup. Au service, la "position de trophée" mentionnée dans la figure 1 fait référence à une légère rotation du haut du corps et des bras, le bras de la main de la raquette et l'épaule étant plus bas que le bras qui lance au niveau des épaules. Cette configuration crée un levier de premier ordre (comme une balançoire à bascule) pour libérer la raquette dans la zone de frappe. L'énergie élastique est stockée dans la hanche qui pousse vers l'avant et fléchit vers l'arrière à partir du bas du corps, l'épaule opposée étant positionnée vers l'arrière et plus bas que l'épaule avant, prête à se déplacer vers l'avant en direction de la balle surélevée jusqu'au point d'impact.

### Zone de frappe

La zone de frappe est une zone au point d'impact où la trajectoire stable de la raquette génère un élan (force de longueur appliquée) sur la balle. Elle se réfère au contact des cordes de la raquette sur la balle en fonction du SBP avant, pendant et après l'impact avec la balle. La clé pour le joueur dans la zone de frappe est de surmonter l'inertie de la balle en approche et d'utiliser les forces générées par son corps en préparation pour générer de l'élan dans ses mouvements de raquette, ce qui à son tour crée une vitesse de la tête de raquette pour exercer une force sur la balle. Le poignet en arrière que l'on voit dans la figure 1, connu sous le nom de poignet retardé (Tennis Without Talent, n.d.), joue un rôle essentiel dans le transfert de l'élan du corps vers la balle. Le poignet retardé crée un levier court, ce qui signifie qu'une force importante provenant des muscles du corps agit sur une distance plus courte pour créer une force plus petite à l'autre extrémité du levier plus long de la raquette, la face de la raquette générant de la vitesse avec de la force. Le retard se produit principalement au niveau du poignet ; l'extension se produit au niveau du coude. La plupart des coups complets commencent avec un coude plié qui finit par se redresser, allongeant le bras de levier et augmentant l'effet de levier lorsque la force générée passe par l'avant-bras jusqu'au poignet. Au service, la clé est de générer une vitesse de la tête de raquette et un contact stable de la face de raquette avec la balle. Pendant la phase d'accélération du service, la raquette entraîne le poignet, ce qui crée un délai pendant qu'elle est poussée, le bout de la raquette en premier, vers le point de contact. Simultanément à ce mouvement, le coude est étendu jusqu'à ce que le bras soit complètement tendu avant le moment du contact au point d'impact. En allongeant le "bras" de levier, on peut optimiser l'effet de levier, la vitesse de la tête de raquette et le rythme. Dans la volée, l'idée de "rattraper" est d'atteindre la balle avec un minimum de mouvement. Dans la volée, la zone de frappe se concentre sur la résistance à l'élan de la balle et sur sa réorientation dans le court vers la cible visée. La face de la raquette doit rester stable lors de l'action d'attraper, basée sur l'idée de frapper la balle vers l'avant, puis d'utiliser une action de smash ou de

slicé pour rediriger et contrôler l'effet imprimé à la balle pour le coup de volée.

Plus les cordes restent longtemps en contact avec la balle, à plat au moment du contact, c'est-à-dire perpendiculairement au sol, dans la zone de frappe, plus l'élan transmis à la balle est important. L'angle de la face de la raquette influence la trajectoire de la balle lorsqu'elle quitte la raquette, à condition que la face de la raquette soit stable au moment du contact. En outre, l'action de la face de la raquette sur la balle, de bas en haut, génère un effet de lift (trajectoire courbe vers le bas et coup de pied au rebond), ou de haut en bas pour générer un effet de slice (trajectoire plate et faible rebond). Ce type d'effet est connu sous le nom d'effet Magnus. L'effet se produit lorsqu'une balle est propulsée vers l'avant et tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, de sorte que l'air passe au-dessus d'elle et offre une résistance en exerçant une force de traînée qui fait que la balle s'incurve vers le bas dans sa trajectoire (McKeithen, 2019). Lorsque la balle tourne, un côté se déplace dans la direction du flux d'air, tandis que l'autre côté se déplace contre la direction du flux d'air, créant une traînée vers le bas, de sorte que lorsque la balle ralentit, elle s'incurve vers le bas. À l'inverse, l'effet slicé propulse la balle avec une rotation vers l'arrière. Pour générer un effet arrière, le joueur effectue une "coupe" sous la balle, en faisant glisser la raquette sous la balle après un contact à plat. La résistance générée par l'effet Magnus du backspin fait que la balle reste plus basse que le topspin, et la balle voyage plus loin. De même, lors d'un service slicé, les cordes de la raquette frappent la balle de l'arrière vers le côté, ce qui fait dévier la balle dans le sens de sa rotation et la propulse dans la même direction lorsqu'elle rebondit.

### Poignée

La prise fait référence à la manière dont la main tient le manche de la raquette, de forme octogonale, pour contrôler la face de la raquette et diriger les forces canalisées depuis le corps, à travers la main, vers la balle. Les prises de base du Continental, du coup droit Est et du revers Est permettent au joueur de sentir une face de raquette stable et plate au contact de la balle. Le haut de la raquette est basé sur le bord extérieur de la face de la raquette et la face fait référence au lien diagonal entre le haut et le côté de la raquette. La prise continentale implique que le joueur peut utiliser la même prise (tenue par le bord supérieur, comme s'il frappait un marteau avec le bord de la raquette) pour frapper le coup droit et le revers. La prise Est implique que la main tient la raquette centrée sur la face supérieure de la raquette. Si une prise continentale est utilisée pour le revers, le joueur peut ajouter l'autre main (prise à deux mains) avec une prise Est en coup droit pour obtenir un meilleur contrôle de la face de la raquette sur la balle, ce qui constitue le revers à deux mains de base. La clé de la prise est de sentir un contact ferme de la face de la raquette avec la balle afin de transférer les forces générées et de rediriger l'inertie de la balle. La prise contrôle la trajectoire de la raquette sur la balle, ainsi que l'angle de la face de la raquette pour déterminer la hauteur de la trajectoire de la balle et l'effet généré par l'action des cordes de la raquette sur la balle. L'effet est généré par l'action du poignet, qui est visible dans la zone de frappe, mais peut être exagéré lorsque le joueur devient plus fort avec les prises occidentales. Ces poignées centrent le côté de la raquette, augmentant encore la flexion du poignet (créant plus de décalage), générant plus de vitesse de la tête de raquette et d'action du cordage sur la balle au moment du contact.

## LES 4RS, LA TACTIQUE ET LA BIOMÉCANIQUE

Comment situer dans le jeu ces principes biomécaniques qui sous-tendent les cinq habiletés fondamentales de Tennis Canada ? Le modèle 4R de la figure 2 incite le joueur à développer des couplages perception-action pour guider le processus de génération de force dans les situations émergentes lors d'un point de tennis. Comme le soulignent Carvalho et al. (2013), cela signifie que les joueurs développent un " accord perceptif avec les caractéristiques du match en cours " (p. 11). La figure 4 s'appuie sur ce modèle en lien avec les phases d'habiletés fondamentales de Tennis Canada. En lisant le jeu, nous faisons référence à la capacité du joueur d'anticiper, grâce à l'accord perceptuel, où l'adversaire enverra la prochaine balle, comment l'adversaire enverra la prochaine balle en relation avec les forces biomécaniques qu'il génère, et où le joueur devrait se déplacer ensuite lorsqu'il choisit un coup approprié à exécuter.

La clé de la figure 4 est le lien entre la récupération pour lire et la préparation pour recevoir la balle (répondre et réagir) au point d'impact. Lors de la lecture, le joueur doit être conscient de la façon dont l'adversaire se prépare par rapport à son point d'impact sur le ballon et appliquer des repères techniques tels que le jeu de jambes de récupération et l'entraînement en rotation pour se préparer. Lorsque la balle est frappée par l'adversaire, le joueur commence ses mouvements préparatoires en choisissant son prochain coup en fonction du point d'impact anticipé qu'il souhaite pour une exécution efficace du coup. Notez que les 4R, situés dans l'espace entre deux éclipses de la figure 4, créent une zone d'ajustement possible qui permettrait au joueur de prendre l'avantage ou de rester neutre au point d'impact, car il perçoit le flux d'informations pour procéder à des ajustements précoces. En lisant continuellement, le joueur prend des décisions, qui se reflètent dans son jeu de jambes pour se remettre d'un coup précédent, en répondant à la question de savoir si la configuration de l'adversaire est efficace pour son point d'impact sur la balle. Le joueur peut se défendre en reculant si l'adversaire semble en mesure d'attaquer, en restant neutre dans sa position actuelle (généralement juste derrière la ligne de fond) ou en avançant pour attaquer un coup qui devrait être moins efficace. Les signaux techniques de la figure 4 sont des indications du potentiel de génération de force de l'adversaire à différentes phases du cycle de mouvement. Ces signaux techniques fonctionnent comme des indicateurs de l'efficacité biomécanique du joueur, mais aussi comme des signaux externes qui peuvent être lus pour prendre des décisions tactiques sur l'exécution des compétences de l'adversaire et ainsi obtenir un avantage stratégique.

## CONCLUSION

Le joueur qui lit le jeu utilise des indices techniques, comme ceux des cinq phases d'habiletés fondamentales de Tennis Canada, pour anticiper le prochain coup de l'adversaire, mais aussi pour ajuster et raffiner son propre jeu. Bien que le présent article ne porte pas sur la façon d'enseigner ces habiletés fondamentales et ces concepts tactiques, comme nous l'avons fait dans d'autres articles (Hopper et Rhoades, 2022a, 2022b), il convient de noter que lorsque les joueurs apprennent à lire le jeu, ils repèrent ce que l'adversaire fait bien et ce qu'ils doivent faire pour y répondre. La psychologie écologique se concentre sur la génération d'une performance habile, l'utilisation graduelle efficace et appropriée des processus biomécaniques pour générer des forces sur le ballon, en apprenant au joueur à s'adapter à la variabilité

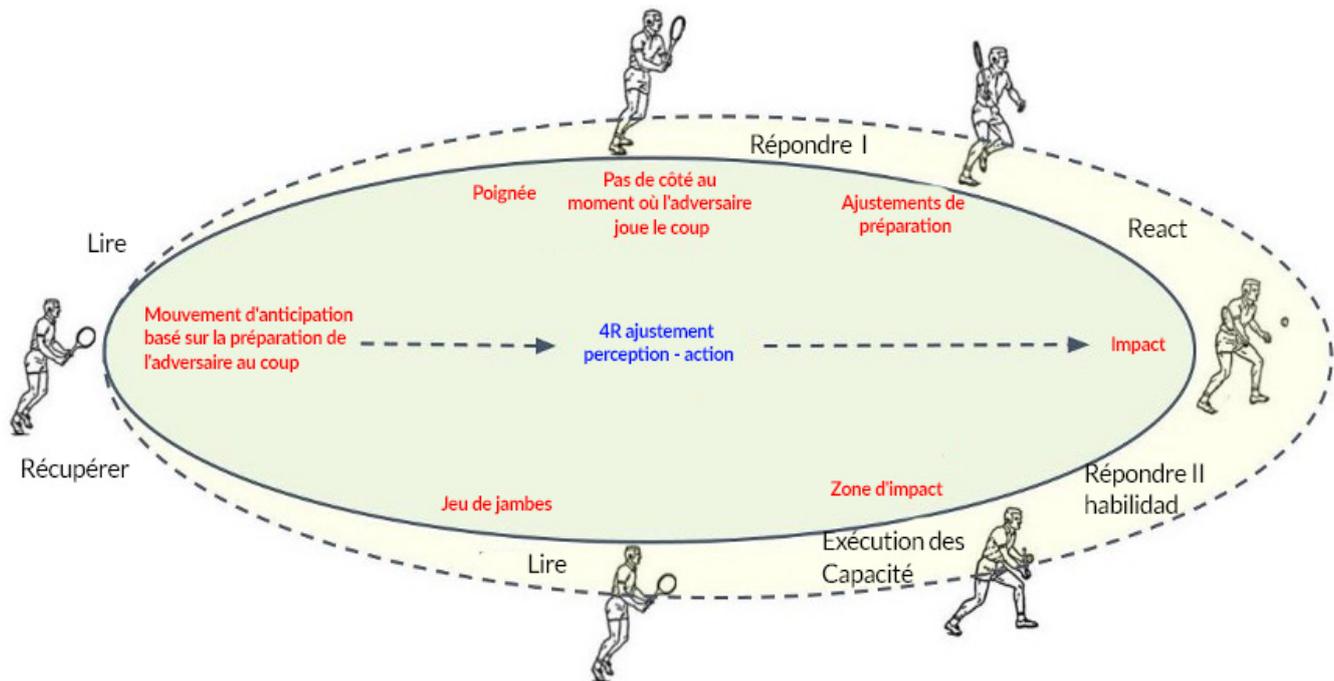


Figure 4. Les 4R combinés aux phases fondamentales de la compétence au sein d'un cycle de carrière.

(interne et externe) favorisée par la manipulation des contraintes (Carvalho et al., 2013 ; Renshaw & Chow, 2019). La manipulation des contraintes est conçue par l'entraîneur et le joueur, pour promouvoir la variabilité fonctionnelle qui est liée à la complexité de la lecture de la performance de frappe du joueur adverse et de l'adaptation de son propre jeu dans les conditions qui prévalent.

Dans Hopper et Rhodes (2022b), nous avons suggéré que si le match est serré, où les deux joueurs sentent qu'ils peuvent influencer le résultat du match, nous avons observé que souvent les caractéristiques biomécaniques notées dans BIOMECS dans la figure 3 semblent être imitées entre les joueurs. Essentiellement, ils se synchronisent avec le jeu réussi de l'autre où les forces circulent entre eux, créant ce que les joueurs sportifs ont appelé être dans la zone ou être fluide dans le sport (Jackson & Csikszentmihalyi, 1999). Cela nous semble essentiel dans une approche jeu-pratique-jeu préconisée par Tennis Canada et, par conséquent, oblige les entraîneurs à réfléchir à la façon de créer des jeux qui conviennent aux joueurs pour les rencontres rapprochées. Dans Hopper et Rhodes (2022a, 2022b), nous préconisons l'utilisation de jeux de modification adaptative dans lesquels le résultat de la victoire d'un match de compétition est que la structure du jeu est adaptée pour mettre au défi le joueur qui réussit. Par exemple, l'espace du terrain à couvrir par le joueur victorieux pourrait être augmenté, ce qui permettrait au joueur perdant de profiter de l'espace avec une plus grande zone de tir, ou le système de notation (c'est-à-dire la notation avec handicap, comme un avantage de 15-0) pourrait favoriser le joueur perdant afin qu'il ait plus d'espace pour prendre des risques. Par conséquent, pour enseigner des coups biomécaniquement efficaces, nous devons réfléchir à la manière de créer les conditions nécessaires pour apprendre aux joueurs à remarquer, à lire l'adversaire dans la situation, à remarquer comment ils génèrent de la force sur le ballon en fonction de l'espace, du temps et du risque, à être à l'écoute des possibilités qu'ils peuvent exploiter dans le jeu.

## CONFLIT D'INTÉRÊTS ET FINANCEMENT

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt et qu'ils n'ont reçu aucun financement pour mener à bien cette recherche.

## RÉFÉRENCES

- Carvalho, J., Correia, V., & Araújo, D. (2013). A constraints-led approach to skill enhancement in tennis. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 60(21), 10-11.
- Hopper, T. (2022). Dr Tim Tennis - YouTube. YouTube. <https://www.youtube.com/@DrTimTennis/about>
- Hopper, T., & Rhoades, J. (2022a). Part 1—USTA and Tennis Canada learning to play tennis initiatives: Applying ecological dynamics, enactivism and participatory sense-making. *Strategies*, 35(6), 3-9. <https://doi.org/10.1080/08924562.2022.2120745>
- Hopper, T., & Rhoades, J. (2022b). Part 2 - Enactivism and learning to play tennis: Modification-by-adaptation enabling action spaces and nonconscious behavioral mimicry. *Strategies*, 35(6), 10-19. <https://doi.org/10.1080/08924562.2022.2120748>
- ITF-Academy. (2019). ITF Coaching Beginner and Intermediate Players Course – Introduction to analysis and improvement. Accessed 15 Mai, 2019. <https://www.itf-academy.com/?academy=103&course=1672>
- ITF-Academy. (2021). ITF play tennis course - Introduction to strategy and tactics. Accessed 13 Juin, 2021. <https://www.itf-academy.com/?academy=103&course=1289&module=1273&page=first>
- Jackson, S. A., & Csikszentmihalyi, M. (1999). Flow in sports. *Human Kinetics*.
- Knudson, D. (2021). Fundamentals of biomechanics. In *Fundamentals of Biomechanics*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-51838-7>
- Martinez-Gallego, R. (2021). ITF coaching high-performance players course: Introduction to biomechanics and technique. ITF Course Accessed 18 Juin, 2021. <https://www.itf-academy.com/?academy=103&course=1920nn>
- McKeithen, D. (2019). Setting the Curve: The Magnus Effect and its applications. *Illumin Magazine: A Review of Engineering in Everyday Life*, XIX(5). <https://illum.in.usc.edu/setting-the-curve-the-magnus-effect-and-its-applications/>
- O'Sullivan, M., Davids, K., Woods, C. T., Rothwell, M., & Rudd, J. (2020). Conceptualizing Physical Literacy within an Ecological Dynamics Framework. *Quest*, 72(4), 448-462. <https://doi.org/10.1080/00336297.2020.1799828>
- Renshaw, I., & Chow, J.-Y. (2019). A constraint-led approach to sport and physical education pedagogy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(2), 103-116. <https://doi.org/10.1080/17408989.2018.1552676>
- Tennis Canada. (2015). Learn to play: A tennis curriculum for the fundamental stage of development. Tennis Professional Association Canada; <https://www.tpacanada.com>. <https://www.tpacanada.com/resources/tennis-in-your-community/learn-to-play>

Tennis Canada. (2019). Tactics first approach. In Tennis Canada level 1 development course materials. <https://www.tpacanada.com/node/427>  
Tennis Without Talent: Lag. (n.d.). Retrieved April 7, 2023, from <https://www.tenniswithouttalent.com/Sabre.html>  
Thorpe, R., Bunker, D., & Almond, L. (1986). Rethinking games teaching. Loughborough University of Technology.

Copyright © 2023 Tim Hopper et Jesse Rhoades



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

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 correctement créditer l'œuvre originale, fournir un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été apportées. Vous pouvez le faire de toute manière raisonnable, mais pas d'une manière qui suggère que vous avez l'approbation du concédant de licence ou que vous la recevez pour votre utilisation du travail.

[CC BY 4.0 license terms summary](#). [CC BY 4.0 license terms](#).

**SÉLECTION DE CONTENU DU SITE ITF ACADEMY (CLIQUEZ)**

