



UNIL | Université de Lausanne

Faculté des sciences
sociales et politiques

INSTITUT DES SCIENCES DU SPORT

MASTER EN SCIENCES DU MOUVEMENT ET DU SPORT

ORIENTATION EN ACTIVITÉS PHYSIQUES ADAPTÉES ET SANTÉ

Expertise sportive et inhibition motrice : *scoping review*

Travail de Maîtrise universitaire

Présenté par **Debra Beltrami**

Directeur : **Dr. Jérôme Barral (PhD)**

Expert : **Dr. Etienne Sallard (PhD)**

Session d'été 2022

Résumé

Introduction/Objectif : Les sports qui évoluent rapidement dans un environnement dynamique et complexe constituent un domaine pertinent pour entraîner et/ou évaluer à long terme une des fonctions exécutives principales : le contrôle inhibiteur. En particulier, l'inhibition motrice se définit par la capacité à supprimer des réponses motrices en cours ou planifiées inappropriées pour adapter et corriger les actions de la vie quotidienne. Le but principal de cette *scoping review* est de proposer une synthèse des études scientifiques réalisées sur la relation entre expertise sportive et inhibition motrice. Une attention particulière sera portée pour comprendre la relation entre inhibition motrice et (1) type de sport, (2) quantité de pratique sportive, (3) méthodologie et (4) type de mesure (comportementale et cérébrale). Il s'agit ainsi de mettre en avant les caractéristiques présentes et manquantes de la littérature actuelle concernant cette thématique et de proposer des pistes pour de futures recherches.

Méthode : Cette *scoping review* a été effectuée en utilisant les moteurs de recherche *PubMed*, *Web of Science*, *ScienceDirect* et *APA PsycNet* avec une combinaison prédéfinie de mots-clés. Au total, 26 études ont été retenues pour cette recherche.

Résultats : Tous les articles sélectionnés ont été publiés entre 2005 et 2021. Un total de 15 sports différents a été identifié et analysé. En général, les études retenues ont montré une différence significative en termes d'inhibition motrice en faveur des athlètes expérimentés.

Discussion : (1) cette recherche a mis en avant que les sports à habiletés ouvertes sont privilégiés pour étudier le lien entre expertise sportive et inhibition motrice, toutefois elle pose la question de la pertinence de la classification couramment utilisée entre sports à habiletés ouvertes et sports à habiletés fermées pour investiguer cette relation ; (2) cette *scoping review* a révélé que le lien entre expertise sportive et inhibition motrice dépend d'une quantité minimale de pratique pour devenir expert, toutefois cette quantité n'est pas fixe mais varie en fonction du type de sport et peut être influencée par d'autres facteurs difficilement contrôlables ; (3) cette recherche a mis en évidence que les tâches *Go/No-go* et SST sont prédominantes pour étudier la relation entre expertise sportive et inhibition motrice, pourtant il n'est pas possible d'affirmer que toutes les tâches *Go/No-go* ou SST ont montré des effets significatifs quelle que soit l'étude, ni que certains tests sont plus adaptés que d'autres pour mettre en évidence des différences d'inhibition motrice ; (4) Sur la base des études ayant aussi réalisé une analyse de l'activité cérébrale, cette *scoping review* a constaté que, de manière générale, les réseaux neuronaux de l'inhibition sont différents entre athlètes et non-athlètes. Toutefois, peu d'études longitudinales ont été réalisées pour investiguer la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

Conclusion : Enfin, cette recherche a suscité plusieurs questionnements sur le lien entre expertise sportive et inhibition motrice et souligne l'importance, à l'avenir, d'effectuer plus d'études longitudinales pour mieux analyser les changements des performances d'inhibition motrice avec l'augmentation de la pratique sportive et, par conséquent, de mieux décrire la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

Mots-clés : contrôle inhibiteur ; sports ; athlètes ; entraînement ; synthèse.

Abstract

Introduction/Purpose : Sports that evolve rapidly in a dynamic and complex environment constitute a relevant field to train and/or evaluate one of the main executive functions in the long term : inhibitory control. In particular, motor inhibition is defined as the ability to suppress inappropriate ongoing or planned motor responses to adapt and correct actions of everyday life. The main purpose of this *scoping review* is to provide a synthesis of scientific studies carried out on the relationship between sport expertise and motor inhibition. Particular attention will be paid to understand the relationship between motor inhibition and (1) type of sport, (2) quantity of sport practice, (3) methodology and (4) type of measure (behavioral and cerebral). It is thus a question of highlighting the present characteristics and the gaps of the current literature concerning this theme and of proposing avenues for future research.

Method : This *scoping review* was accomplished using the search engines *PubMed*, *Web of Science*, *ScienceDirect* and *APA PsycNet* with a predefined combination of keywords. A total of 26 studies was selected for this research.

Results : All selected articles were published between 2005 and 2021. A total of 15 different sports was identified and analyzed. In general, the included studies showed a significant difference in terms of motor inhibition in favor of experienced athletes.

Discussion : (1) this research has highlighted that open skill sports are favored for studying the link between sport expertise and motor inhibition, however it raises the question of the relevance of the commonly used classification between open skill sports and closed skill sports to investigate this relationship ; (2) this *scoping review* revealed that the link between sport expertise and motor inhibition depends on a minimum amount of practice to become expert, however this amount is not fixed but varies according to the type of sport and can be influenced by other factors that are difficult to control ; (3) this research has shown that *Go/No-go* and SST tasks are predominant for studying the relationship between sport expertise and motor inhibition, however it is not possible to affirm that all *Go/No-go* or SST tasks showed significant effects regardless of the study, nor that some tests are more suitable than others to highlight differences in motor inhibition ; (4) Based on studies that also performed an analysis of brain activity, this *scoping review* observed that, in general, the neural networks of inhibition are different between athletes and non-athletes. However, few longitudinal studies have been conducted to investigate the relationship between sport expertise and motor inhibition.

Conclusion : Finally, this research has raised several questions about the link between sport expertise and motor inhibition and underlines the importance, in the future, of carrying out more longitudinal studies to better analyze the changes in motor inhibition performances with increase in sport practice and, therefore, to better describe the relationship between sport expertise and motor inhibition.

Key words : inhibitory control ; sports ; athletes ; training ; synthesis.

Remerciements

Tout d'abord, je voudrais remercier chaleureusement mon directeur Dr. Jérôme Barral de m'avoir suivie et soutenue tout le long de mon travail de Master. Il m'a donné de nombreux conseils et était toujours disponible pour répondre à mes questions. En outre, il m'a aidée à comprendre la thématique en détail et à enrichir mon bagage de connaissances. Grâce à son support permanent, j'ai pu améliorer mes compétences et ma capacité à analyser des textes scientifiques.

Je suis aussi très reconnaissante à Dr. Marie Simonet d'avoir répondu à toutes mes interrogations avec compétence et de m'avoir confié des renseignements pertinents sur le sujet, ce qui m'a donné la possibilité de compléter mon mémoire de manière exhaustive.

J'aimerais également remercier Dr. Etienne Sallard d'avoir accepté d'examiner mon travail de Master.

Enfin, j'adresse aussi des remerciements précieux à ma famille pour m'avoir encouragée et stimulée lors de la rédaction de mon mémoire. Elle a toujours eu la patience de m'écouter et de rester près de moi en cas de besoin. Une expérience gratifiante qui m'a beaucoup renforcée et qui restera dans mes souvenirs.

Liste complète de sigles

adp	années de pratique
AP	activité physique
BRIT	Badminton Reaction Inhibition Test Test de réaction et d'inhibition en badminton
BSIC	Badminton-specific inhibitory control Contrôle inhibiteur spécifique au badminton
BSRT	Badminton-specific reaction time Temps de réaction spécifique au badminton
CSRT	Change-signal reaction time Temps de réaction du signal de changement
CST	Change-signal task Tâche de signal de changement
Dâge-ent	âge de début d'entraînement
DGIC	Domain-general inhibitory control Contrôle inhibiteur du domaine général
DGRT	Domain-general reaction time Temps de réaction du domaine général
D-KEFS	Delis-Kaplan Executive Function System : D-KEFS Colour-Word Interference Test (CWIT) D-KEFS Design Fluency Test (DFT)
EEG	Electroencephalogram Électroencéphalogramme
ent	entraînement
ERP	Event-related potential Potentiel évoqué
F	femmes

h	heures
H	hommes
HD	high division division haute
IC	inhibitory control contrôle inhibiteur
IRMf	Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle
LD	low division division basse
Mâge	moyenne d'âge
NSACC	Accuracy of no-stop signal trials Précision des essais de <i>no-stop signal</i>
NSRT	No-signal reaction time Temps de réaction du <i>no-signal</i>
p. ex.	par exemple
preSMA	Presupplementary motor area Aire motrice pré-supplémentaire
PRISMA-ScR	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews
RE	regular exercise exercice régulier
rIFG	Right inferior frontal gyrus Gyrus frontal inférieur droit
RT	Reaction time Temps de réaction
sem	semaine
SG	sedentary group groupe sédentaire

Spatial-BB	Spatial condition with baseball batting-specific stimulus-response mapping Condition spatiale avec cartographie stimulus-réponse spécifique au bâton de baseball
Spatial-Mix	Spatial condition without baseball batting-specific stimulus-response mapping Condition spatiale sans cartographie stimulus-réponse spécifique au bâton de baseball
SRT	Simple reaction task Tâche de réaction simple
SSD	Stop-signal delay Retard du signal d'arrêt
SSR	Successful stopping rate Taux d'arrêt réussi
SSRT	Stop-signal reaction time Temps de réaction du signal d'arrêt
SST	Stop-signal task Tâche de signal d'arrêt
TC	tai chi
7DPAR	7-Day Physical Activity Recall questionnaire Questionnaire de rappel de 7 jours d'activité physique

Table des matières

Résumé.....	3
Abstract.....	4
Remerciements	5
Liste complète de sigles.....	6
1. Introduction.....	10
1.1 Fonctions exécutives	10
1.2 Contrôle inhibiteur	10
1.3 Inhibition motrice	10
1.4 Régions cérébrales impliquées dans le contrôle inhibiteur	10
1.5 Entraînement du contrôle inhibiteur	11
1.6 Une population d'intérêt : les athlètes	11
1.7 Sports à habiletés fermées vs ouvertes.....	12
1.8 La notion d'expertise	12
1.9 Définir l'expertise sportive.....	13
1.10 Objectif de la recherche	14
2. Méthode	15
2.1 Critères d'exclusion et d'inclusion	15
2.2 Moteurs de recherche et mots-clés utilisés	15
2.3 Processus de sélection des articles et création du flowchart	16
3. Résultats.....	18
3.1 Analyse descriptive du tableau	18
4. Discussion.....	24
4.1 Types de sport	24
4.2 Quantité de pratique sportive.....	32
4.3 Méthodologie	37
4.4 Type de mesure de l'inhibition motrice (comportementale et cérébrale)...	40
5. Limites et perspectives futures	42
5.1 Limites de ma recherche	42
5.2 Perspectives futures	42
6. Conclusion	44
7. Références bibliographiques	46
7.1 Articles.....	46
7.2 Site web	52

1. Introduction

1.1 Fonctions exécutives

Les fonctions exécutives jouent un rôle essentiel dans la vie quotidienne parce qu'elles permettent aux êtres humains de contrôler les émotions, de prêter attention, de résister aux tentations, de se concentrer, d'adapter le comportement et de faire face à de nouvelles situations (Diamond, 2013). Selon ces auteurs, les fonctions exécutives d'ordre supérieur, telles que la résolution de problèmes, la planification et le raisonnement, sont formées à partir de trois fonctions principales : la mémoire de travail, la flexibilité cognitive et le contrôle inhibiteur.

1.2 Contrôle inhibiteur

Le contrôle inhibiteur est défini comme la capacité à supprimer des pensées, des actions motrices ou des émotions inappropriées (Aron et al., 2004). Il est fondamental dans la vie de tous les jours lorsque les personnes doivent s'adapter et ajuster leur comportement à des situations dynamiques et complexes qui évoluent rapidement (Aron, 2007).

1.3 Inhibition motrice

En particulier, l'inhibition motrice désigne la suppression de la réponse motrice en cours ou planifiée qui permet aux sujets de corriger et moduler leurs actions (Spierer et al., 2013). Par exemple, lorsqu'une personne conduit une voiture, elle pourrait par erreur actionner les essuie-glaces, alors qu'elle voulait régler le volume de la radio, ce qui nécessite une interruption et un ajustement du comportement en cours : avant de remettre la main sur le volant, la personne doit éteindre les essuie-glaces (Wessel & Aron, 2017). Ces auteurs évoquent également d'autres types d'action, tels que marcher, parler, taper à la machine ou pratiquer du sport, qui comportent souvent des événements inattendus et qui stimulent régulièrement les processus d'inhibition.

1.4 Régions cérébrales impliquées dans le contrôle inhibiteur

Les processus d'inhibition sont essentiellement contrôlés dans un réseau fronto-basal latéralisé à droite constitué de trois structures principales : l'aire motrice présupplémentaire (preSMA), les ganglions de la base (noyaux gris centraux) et le gyrus frontal inférieur droit (rIFG) (Aron, 2007).

1.5 Entraînement du contrôle inhibiteur

D'après Kolb et Whishaw (1998), l'expérience est un facteur essentiel pour stimuler la plasticité cérébrale. Ce phénomène implique des modifications au niveau anatomique et fonctionnel du cerveau qui perfectionnent les capacités déjà acquises et promeuvent l'apprentissage de nouvelles habiletés (Kelly & Garavan, 2005). À cet égard, Debarnot et al. (2014) confirment qu'après une pratique intensive à long terme, des changements neuroplastiques se réalisent favorisant une amélioration des compétences. Dans le même ordre d'idées, Spierer et al. (2013) illustrent que le contrôle inhibiteur est entraînable et que les mécanismes d'inhibition dans le cerveau sont aussi sensibles à la plasticité cérébrale. Le contrôle inhibiteur peut être entraîné et/ou évalué au niveau comportemental par différentes tâches telles que *Stroop task* (MacLeod, 1991), *Flanker task* (Eriksen & Eriksen, 1974), *Stop-signal task* (SST) (Logan & Cowan, 1984 ; Logan et al., 1984) et *Go/No-go task* (Donders, 1969). Ces deux dernières sont les tâches d'inhibition les plus utilisées dans la recherche scientifique (Raud et al., 2020). En outre, des études ont également associé aux SST et *Go/No-go* des mesures de l'activité cérébrale, à savoir l'électroencéphalographie (EEG) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) (Ko et al., 2016). Selon ces auteurs, l'EEG est une méthode non-invasive qui enregistre l'activité électrique du cerveau avec une bonne résolution temporelle, tandis que l'IRMf a une meilleure résolution spatiale et permet de localiser plus précisément les régions cérébrales impliquées dans les processus cognitifs. La littérature actuelle montre que des modifications structurelles et fonctionnelles du cerveau ont principalement été observées après une courte session d'entraînement du contrôle inhibiteur ou une période de moyenne durée. Par exemple, l'étude de Manuel et al. (2013) a montré qu'un court entraînement de SST de 60 min a provoqué des changements neuroplastiques et amélioré le contrôle inhibiteur. D'après Hartmann et al. (2016), un bref entraînement *Go/No-go* a favorisé une amélioration des processus d'inhibition frontaux descendants (*top-down*) du cerveau.

1.6 Une population d'intérêt : les athlètes

Étant donné la difficulté de mettre en place des protocoles d'entraînement du contrôle inhibiteur à long terme (Spierer et al., 2013), les chercheurs se sont surtout focalisés sur des athlètes pratiquant des sports depuis de nombreuses années. En effet, vu que le sport pratiqué de façon intensive et à long terme constitue une activité complexe qui requiert de nombreuses compétences cognitives et physiques, l'analyse de personnes dont le comportement s'éloigne de la norme (dans ce cas des athlètes) permet d'acquérir de nouvelles connaissances au sein de toute la population (Walsh, 2014). Cependant, pour s'assurer que les données mesurées soient pertinentes, il est primordial de mettre en place des tâches d'inhibition fiables et approuvées par la communauté

scientifique (Roca & Williams, 2016). Selon ces auteurs, vu que la plupart des compétences perceptuelles-cognitives, dont les processus d'inhibition, surviennent dans des environnements dynamiques et complexes de la vie réelle, tels que les sports rapides, qui sont influencés par différents facteurs externes (temps, vitesse, contexte, etc.) et internes (émotions, attitude, aspects physiques et psychiques, etc.), la pertinence des tâches de laboratoire pour ce type de contexte est remise en question.

1.7 Sports à habiletés fermées vs ouvertes

D'après Yongtawee et al. (2021), il existe des différences notables au niveau du contrôle inhibiteur en fonction du type de sport réalisé, étant donné que les exigences motrices et cognitives varient énormément d'une discipline sportive à l'autre. Selon Gu et al. (2019), on distingue deux catégories différentes : les sports à habiletés fermées (*closed skill sports*) et les sports à habiletés ouvertes (*open skill sports*). Ces auteurs précisent que les premiers se caractérisent par un environnement plutôt stable et prévisible (natation, vélo, course à pied, etc.), tandis que dans les deuxièmes l'environnement est dynamique et change de façon imprévisible (football, handball, escrime, etc.). À cet égard, Yongtawee et al. (2021) ont détecté des fonctions exécutives supérieures, y compris dans le contrôle inhibiteur, chez les athlètes pratiquants des sports à habiletés ouvertes avec des résultats variables selon le degré d'expertise des participants.

1.8 La notion d'expertise

D'après Neumann et al. (2016), l'expertise implique l'accès au plus haut niveau de performance et correspond à l'acquisition maximale de compétences dans un domaine particulier (musique, mathématiques, langage, sport, etc.) accompagnés par des changements neuroplastiques. À cet égard, l'étude de Schneider et Shiffrin (1977) a montré que l'apprentissage de compétences (*skill learning*) à long terme provoque progressivement une automatisation des processus cognitifs caractérisés par une plus grande rapidité avec moins d'effort. Selon ces auteurs, ce phénomène est rendu possible grâce à des effets de plasticité cérébrale et une réorganisation des réseaux neuronaux qui comportent une diminution des ressources attentionnelles et du mode de traitement contrôlé pour passer vers des mécanismes automatiques rapides. Pourtant, dans le cas du sport, le niveau de performance acquis varie d'un athlète à l'autre en fonction du nombre d'années de pratique intensive, vu que l'automatisation des processus cognitifs ne se développe pas forcément en parallèle avec le degré d'expertise (Debarnot et al., 2014). En outre, ces auteurs affirment que même si plusieurs structures cérébrales sont impliquées lors de la réalisation d'actions motrices, certaines régions du cerveau s'activent uniquement selon la spécificité du

contexte, phénomène qui apparaît surtout chez les experts par rapport aux novices.

1.9 Définir l'expertise sportive

Dans le cas spécifique de l'expertise sportive, les athlètes présentent globalement des caractéristiques physiques, cognitives et techniques supérieures à la population normale (Baker et al., 2003). Pourtant, d'après la revue scientifique de Swann et al. (2015), il y a eu au fil des années un grand débat concernant la définition de sportifs d'élite/experts parmi les chercheurs. Ainsi, les auteurs proposent le modèle ci-dessous (figure 1) dans le but de favoriser une meilleure clarté de la notion d'expertise sportive :

Variable/score	1	2	3	4	
A. Athlete's highest standard of performance	Regional level; university level; semi-professional; 4 th tier leagues or tours	Involved in talent development; 3 rd tier professional leagues or tours	National level; selected to represent nation; 2 nd tier professional leagues or tours	International level; top tier professional leagues or tours	Within-sport comparison
B. Success at the athlete's highest level	Success at regional, university, semi-professional, or 3 rd /4 th tier	National titles or success at 2 nd /3 rd tier	Infrequent success at international level or top tier	Sustained success in major international, globally recognised competition	
C. Experience at the athlete's highest level	<2 years	2-5 years	5-8 years	8+ years	
D. Competitiveness of sport in athlete's country	Sport ranks outside top 10 in county; small sporting nation	Sport ranks 5-10 in country; small-medium sporting nation	Sport ranks top 5 in country; medium-large sporting nation	National sport; large sporting nation	Between-sports comparison
E. Global competitiveness of sport	Not Olympic sport; World championships limited to few countries; limited national TV audience	Occasional Olympic sport; World championships limited to a few countries; limited international TV audience	Recent Olympic sport with regular international competition; semi-global TV audience	Regular Olympic sport with frequent major international competition; global TV audience	

Figure 1. Classification de l'expertise sportive selon Swann et al. (2015).

Dans ce modèle, les points essentiels à retenir sont les suivants : lorsqu'on compare des athlètes à l'intérieur du même sport, la définition doit s'appuyer sur le niveau de performance le plus élevé des sportifs, leur succès à ce stade et la quantité d'expérience acquise à ce niveau spécifique. Par contre, en cas de comparaison d'athlètes de différents sports, il faut prendre en compte la compétitivité globale du sport et celle dans le pays spécifique du sportif. Ce modèle permet à la fois de mieux clarifier le concept d'expertise sportive et de prendre connaissance de la complexité du terme. Or, dans la littérature il n'existe actuellement pas de synthèse de la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

1.10 Objectif de la recherche

Le but principal de cette *scoping review* est de proposer une synthèse des études scientifiques qui se sont intéressées à l'effet de l'expertise sportive sur l'inhibition motrice. Une attention particulière sera portée sur la relation entre inhibition motrice et (1) type de sport, (2) quantité de pratique sportive, (3) méthodologie et (4) type de mesure (comportementale et cérébrale). Il s'agit ainsi de mettre en avant les caractéristiques présentes et manquantes de la littérature actuelle concernant cette thématique et de proposer des pistes pour de futures recherches.

2. Méthode

Pour la réalisation de ce mémoire, une *scoping review* a été effectuée selon la procédure présentée dans l'article de Tricco et al. (2018) (PRISMA-ScR : *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*). Ce type de revue est une approche descriptive qui vise à cartographier (« mapping ») la littérature et les concepts autour d'un sujet particulier (Sargeant & O'Connor, 2020). En d'autres termes, elle expose un instantané du domaine et un aperçu complet de ce qui a été fait jusqu'à présent sur une thématique spécifique (Xiao & Watson, 2019). Elle comporte d'abord une recherche bibliographique détaillée et exhaustive, suivie d'une sélection affinée et progressive d'articles pertinents. Une *scoping review* a pour but d'identifier les limites notionnelles d'un domaine et les lacunes (« gaps ») de la recherche en proposant des recherches futures (Arksey & O'Malley, 2005).

2.1 Critères d'exclusion et d'inclusion

Dans ce mémoire, les critères d'exclusion étaient les suivants : (1) articles non écrits en anglais ; (2) les participants n'étaient pas des êtres humains ; (3) articles non publiés dans des revues scientifiques. En ce qui concerne les critères d'inclusion : (1) la présence au moins d'un sport ; (2) les participants étaient des adultes ; (3) l'inhibition motrice influencée par l'expertise sportive était le thème principal de l'article ; (4) la présence au moins de deux groupes distincts de sujets.

2.2 Moteurs de recherche et mots-clés utilisés

Pour cette *scoping review*, les moteurs de recherche *PubMed*, *Web of Science*, *ScienceDirect* et *APA PsycNet* ont été utilisés avec une combinaison prédéfinie de mots-clés : ("motor inhibition" OR "inhibitory control") AND (sport OR sports) AND (athletes OR experts OR expertise OR elite). Aucune limite a été définie par rapport à l'année de publication et la plupart des articles dataient du 21^{ème} siècle.

Des articles supplémentaires ont été obtenus en ayant consulté les 30 premières pages sur *Google Scholar* et parcouru les références bibliographiques des études incluses. De plus, à partir de la liste de tous les sports qui font partie des Jeux Olympiques (n = 67)¹, une recherche complémentaire a été réalisée sur *PubMed* en combinant chaque nom de sport aux mots-clés "inhibitory control" (exemple : fencing AND "inhibitory control"). La recherche documentaire s'est déroulée sur une période de quatre mois (juillet-octobre 2021), toutefois 1 article

¹ Comité International Olympique – Olympics (2021). *Sports Olympiques*. Accès <https://olympics.com/fr/sports/>

supplémentaire pertinent et entrant dans les critères d'inclusion a été ajouté plus tard à cette *scoping review*.

2.3 Processus de sélection des articles et création du *flowchart*

La figure 2 illustre l'organigramme PRISMA-ScR de cette recherche qui comporte les étapes suivantes :

• Identification

Après avoir effectué une recherche approfondie sur *PubMed*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *APA PsycNet* et consulté d'autres sources supplémentaires (*Google Scholar*, références bibliographiques des études incluses et liste de tous les sports qui font partie des Jeux Olympiques), 56 doublons ont été supprimés, ce qui a permis d'obtenir un total de 485 articles.

• Filtrage

Les 485 études obtenues lors de l'étape d'identification ont ensuite été filtrées sur la base du titre, ce qui a exclu 401 articles pour retenir un total de 84 études. Puis, ces dernières ont été filtrées sur la base du résumé, ce qui a exclu 32 articles pour obtenir 52 études au total.

• Éligibilité

Dans cette étape, les 52 articles ont été entièrement lus et évalués pour leur éligibilité, ce qui a exclu 27 études. En outre, 1 article supplémentaire judicieux et satisfaisant les critères d'inclusion a été ajouté plus tard à cette recherche.

• Inclusion

Enfin, 26 études ont été retenues de manière définitive pour réaliser l'analyse de cette *scoping review*.

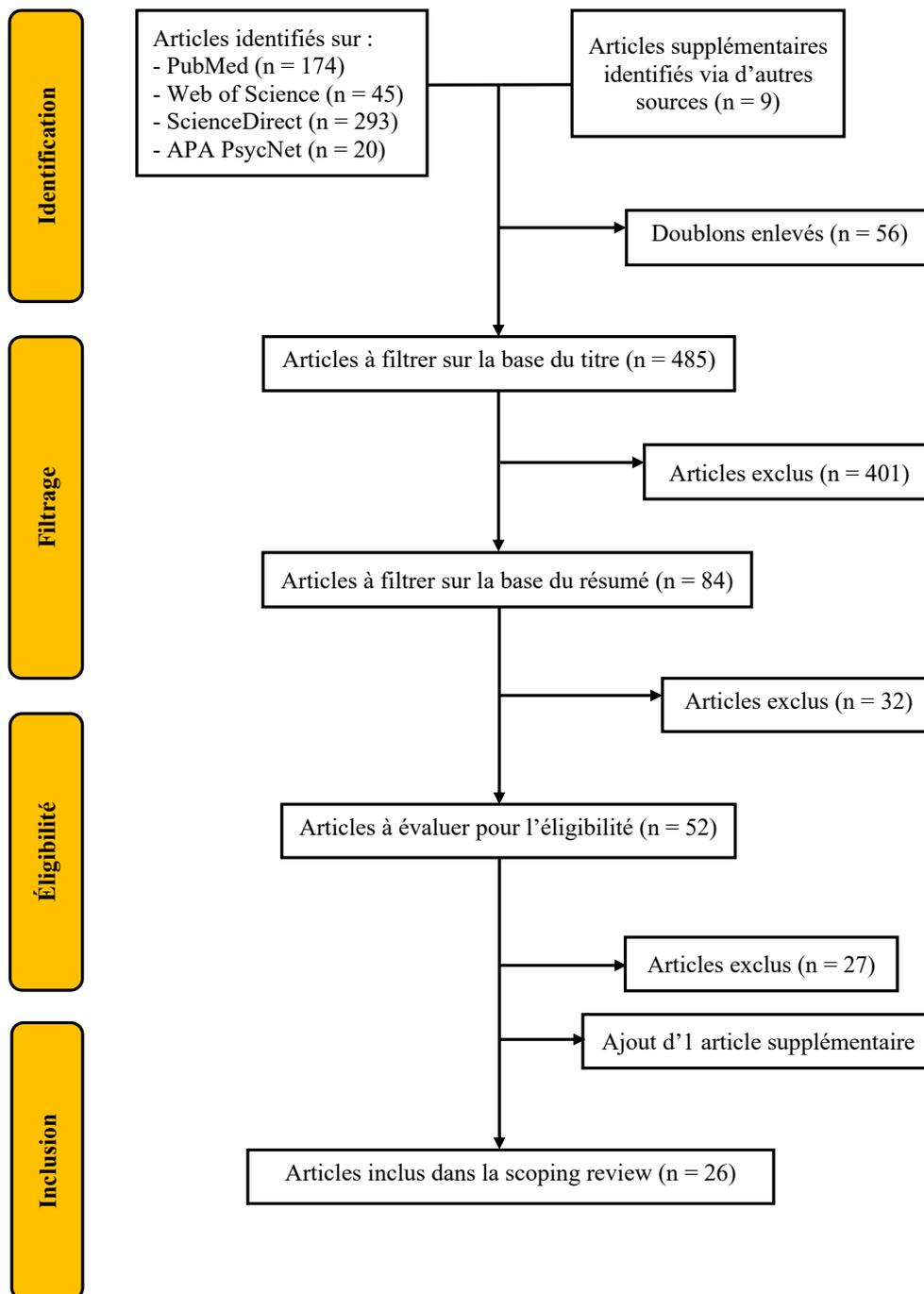


Figure 2. PRISMA-ScR *flowchart*.

3. Résultats

3.1 Analyse descriptive du tableau

Les caractéristiques principales des 26 études retenues pour réaliser cette *scoping review* sont présentés dans le tableau 1. Plus précisément, ce tableau décrit pour chaque article inclus : la référence de l'étude (auteurs et année de publication), le(s) sport(s) analysé(s), les participants recrutés, l'échantillon, l'expertise des athlètes, l'objectif principal, le design de l'étude, la tâche d'inhibition utilisée, les mesures effectuées, les résultats comportementaux et neuronaux principaux. Toutes les études retenues ont été publiées entre 2005 et 2021. Un total de 15 sports différents a été identifié : escrime (6 articles), baseball (5 articles), badminton (4 articles), natation (3 articles), tennis (3 articles), basketball (2 articles), taekwondo (2 articles), tennis de table (2 articles), athlétisme (1 article), boxe (1 article), cyclisme (1 article), football (1 article), handball (1 article), tai chi (1 article) et volleyball (1 article). Dans 24 études les participants avaient autour de 20 ans (tranche d'âge entre 18 et 29.4 ans), à l'exception de 2 articles dans lesquels les sujets étaient plus âgés (Chen & Muggleton, 2020) ou plus jeunes (Elferink-Gemser et al., 2018). Dans 10 études il n'y avait que des hommes et l'objectif principal de tous les articles était de comparer deux ou plusieurs groupes avec un niveau différent d'expertise sportive en termes d'inhibition motrice. Les tâches d'inhibition motrice utilisées étaient *Go/No-go* (13 articles), *SST* (10 articles), *Stroop colour-word task* (1 article) et *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) (Design Fluency Test (DFT) et Colour-Word Interference Test (CWIT) ; 2 articles)*. En plus des mesures comportementales de l'inhibition motrice, 11 études ont aussi effectué des mesures de l'activité cérébrale via l'EEG (10 articles) ou l'IRMf (1 article).

Tableau 1. Liste des études retenues de cette *scoping review* portant sur l'expertise du contrôle inhibiteur chez les athlètes.

Étude	Sports	Participants	Échantillon	Expertise	Objectif principal	Design de l'étude	Tâche d'inhibition	Mesures	Résultats comportementaux principaux	Résultats neuronaux principaux
Bianco et al. (2017)	Boxe Escrime	Boxeurs (Mâge : 25.5 ans) Escrimeurs (Mâge : 29.4 ans) Non-athlètes (Mâge : 28.5 ans)	13 (F = 2 ; H = 11) 13 (F = 5 ; H = 8) 13 (F = 3 ; H = 10)	11.2 adp 11.7 adp	Déterminer si une pratique sportive spécifique peut affecter les étapes de traitement de préparation-perception-action au cours d'une tâche visuo-motrice nécessitant une discrimination perceptive et une réponse rapide	<ul style="list-style-type: none"> Design expérimental intergroupe 8 séries et 640 essais (320 Go et 320 No-go) Durée de chaque série : ~ 2.5 min ; durée totale : ~ 30 min 	Go/No-go	Comportement EEG	<ul style="list-style-type: none"> ↓ RT boxeurs vs non-athlètes ↓ RT escrimeurs vs non-athlètes ↑ Erreurs de commission chez boxeurs vs autres groupes 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ Amplitude N1, N2, P3 et pP2 chez escrimeurs vs non-athlètes ↑ <i>Bereitschaftspotential</i> chez escrimeurs et boxeurs vs non-athlètes
Brevers et al. (2018)	Taekwondo Escrime	Taekwondoïstes (Mâge : 20.07 ans) Escrimeurs (Mâge : 18.36 ans) Non-athlètes (Mâge : 20.07 ans)	14 (F = 3 ; H = 11) 14 (F = 1 ; H = 13) 25 (F = 3 ; H = 22)	11.3 adp 10 adp	Analyse de l'inhibition de la réponse motrice proactive et réactive chez des athlètes professionnels et des non-athlètes	<ul style="list-style-type: none"> Design expérimental intergroupe Probabilité stop-signal : 0 % (vert), 17 % (jaune), 25 % (orange) et 33 % (rouge) 2 sessions de SST (session 1 et 2) Séries de 9, 18 ou 27 essais 	SST	Comportement	<ul style="list-style-type: none"> ↓ SSRT athlètes vs non-athlètes ↑ Performance de l'inhibition motrice proactive chez athlètes vs non-athlètes dans session 1 ↑ Performance de l'inhibition motrice réactive chez athlètes vs non-athlètes dans session 1 et 2 	-
Chan et al. (2011)	Escrime	Escrimeurs (Mâge : 20.63 ans) Non-escrimeurs (Mâge : 20.63 ans)	30 (F = 15 ; H = 15) 30 (F = 15 ; H = 15)	≥ 5 adp ; 5-6 ent/sem	Examiner les effets de l'expertise en escrime et de la condition physique sur le contrôle inhibiteur des escrimeurs et des non-escrimeurs	<ul style="list-style-type: none"> Plan factoriel 2 (expertise en escrime) x 2 (niveau de condition physique) Escrimeurs et non-escrimeurs subdivisés en sous-groupes : "averagely-fit" vs "high-fit" Go/No-go : 4 blocs de 100 essais 	Go/No-go	Comportement	<ul style="list-style-type: none"> Aucune différence dans RT entre escrimeurs et non-escrimeurs Aucune différence dans erreurs de commission entre escrimeurs et non-escrimeurs Aucune différence dans erreurs de commission entre <i>averagely-fit</i> escrimeurs et <i>averagely-fit</i> non-escrimeurs ↓ Erreurs de commission chez <i>high-fit</i> escrimeurs vs <i>high-fit</i> et <i>averagely-fit</i> non-escrimeurs 	-
Chavan et al. (2017)	Escrime	Escrimeurs (Mâge : 27.3 ans) Non-athlètes (Mâge : 25.1 ans)	19 (F = 0 ; H = 19) 18 (F = 10 ; H = 8)	24'000 h sur 17.2 adp	Évaluation des déterminants neurophysiologiques de la <i>sustained supra-normal inhibitory control performance</i> chez des escrimeurs et des non-athlètes	<ul style="list-style-type: none"> Design expérimental intergroupe 5 blocs ; 80 essais/bloc ; 3 min/bloc 	Go/No-go	Comportement IRMF	<ul style="list-style-type: none"> ↓ RT escrimeurs vs non-athlètes Aucune différence dans fausses alarmes entre les groupes 	↑ Anisotropie fractionnelle dans gyrus frontal inférieur chez escrimeurs
Chen & Muggleton (2020)	Tai Chi	Tai Chi (TC) (Mâge : 53.13 ans) Exercice régulier (RE) (Mâge : 55.13 ans) Sédentaires (SG) (Mâge : 54.65 ans)	20 20 20	-	Examiner si la pratique sportive, en particulier une activité sans contact (Tai Chi), est associée à un meilleur contrôle inhibiteur chez les personnes âgées	<ul style="list-style-type: none"> Design expérimental intergroupe 4 blocs ; 120 essais/bloc 	SST	Comportement EEG	<ul style="list-style-type: none"> ↓ SSRT chez TC et RE vs SG ↓ Go RT chez TC et RE vs SG ↑ Précision-Go chez TC vs SG 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ Composante Pe (200-300 ms) chez TC vs SG ↑ Amplitude P3 (300-400 ms) pour les essais signal-stop réussis chez TC vs RE et SG Aucune différence dans amplitude P3 (500-600 ms) entre les groupes
Chen et al. (2019)	Badminton	Badistes (Mâge : 19.52 ans) Non-athlètes (Mâge : 18.83 ans)	19 (F = 5 ; H = 14) 20 (F = 6 ; H = 14)	> 5 adp ; > 12 h/sem	Étude de l'impact de l'expérience sportive sur l'inhibition de la réponse et le réengagement de la réponse chez des badistes experts durant SST et CST	<ul style="list-style-type: none"> Design à mesures répétées 2 (nombre de groupes) x 2 (nombre de mesures) SST : 3 blocs ; 120 essais/bloc (84 Go et 36 stop) CST : 3 blocs ; 120 essais/bloc (84 Go et 36 change) 	SST CST	Comportement EEG	<ul style="list-style-type: none"> ↓ RT badistes vs non-athlètes dans CSRT et change-RT Aucune différence dans précision-stop et précision-change entre les groupes 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ Amplitude N2 dans CST et SST chez badistes ↓ Amplitude P3 dans CST chez badistes

Tableau 1 (Suite)

Étude	Sports	Participants	Échantillon	Expertise	Objectif principal	Design de l'étude	Tâche d'inhibition	Mesures	Résultats comportementaux principaux	Résultats neuronaux principaux
Chiu et al. (2020)	Basketball	Basketteurs <i>guards</i> (Mâge : 20.74 ans) Basketteurs <i>forwards</i> (Mâge : 20.26 ans)	27 (F = 0 ; H = 27) 19 (F = 0 ; H = 19)	7.22 adp ; 8.48 ent/sem ; 2.60 h/ent 6.32 adp ; 7.53 ent/sem ; 2.50 h/ent	Étudier l'effet de la position de jeu prédominante des joueurs de basketball d'élite sur les fonctions exécutives en utilisant des mesures comportementales et électrophysiologiques	• Design expérimental qui compare 2 groupes de basketteurs ayant une position de jeu différente (<i>intra-sport</i>) • 4 blocs ; 80 essais/bloc (60 Go et 20 No-go)	Go/No-go	Comportement EEG	• Aucune différence dans RT entre les groupes • Aucune différence dans taux de précision entre les groupes	↓ Latence N2 dans Go chez <i>guards</i> vs <i>forwards</i> ↑ Latence N2 dans No-go chez <i>guards</i> vs <i>forwards</i> ↑ Amplitude P3 dans Go et No-go chez <i>forwards</i> vs <i>guards</i>
Di Russo et al. (2006)	Escrime	Escrimeurs (Mâge : 25.2 ans) Non-athlètes (Mâge : 24.9 ans)	12 12	≥ 4 adp	Étude des mécanismes neuronaux responsables du comportement rapide et flexible des escrimeurs en enregistrant les potentiels évoqués (ERP) dans les tâches Go/No-go et SRT	• Design expérimental intergroupe • 8 séries ; 400 essais/série (Go et No-go)	Go/No-go	Comportement EEG	↓ RT escrimeurs vs non-athlètes • Aucune différence dans fausses alarmes entre les groupes	↑ Amplitude P3 dans No-go chez escrimeurs ↑ Amplitude N2 dans No-go chez escrimeurs ↑ Activation dans gyrus cingulaire antérieur chez escrimeurs ↑ Activation dans gyrus cingulaire postérieur ↑ Activation dans cortex préfrontal
Elferink-Gemser et al. (2018)	Tennis de table	Pongistes élités (Mâge : 15.6 ans) Pongistes sub-élités (Mâge : 15.9 ans) <i>Norm scores</i> d'un échantillon représentatif	30 (F = 18 ; H = 12) 30 (F = 18 ; H = 12) 1'750	3'924 h total ; 14.5 h/sem 1'124 h total ; 3.8 h/sem	Étude des fonctions cognitives supérieures (métacognition et fonction exécutives) de joueurs compétitifs de tennis de table néerlandais, afin de mieux comprendre leur pertinence pour la performance dans ce sport rapide et complexe	• Design expérimental comparant des pongistes avec un niveau différent d'expertise (<i>intra-sport</i>) • 3 conditions dans DFT : points pleins, points vides et commutation ; but : créer autant de motifs différents que possible dans chaque carré en reliant des points avec seulement 4 lignes droites en 60 s ; mesure : nombre de motifs corrects • 4 conditions dans CWI : CWI-1 = nommer la couleur des taches d'encre imprimées ; CWI-2 = lire la couleur d'un mot imprimé en noir ; CWI-3 = nommer la couleur de l'encre d'un mot imprimé tout en empêchant la lecture du mot en conflit ; CWI-4 = alterner entre lire le mot et dire la couleur de l'encre ; but : agir le plus vite possible sans faire d'erreurs ; mesures : temps (s) et nombre d'erreurs commises	• D-KEFS <i>Design Fluency Test</i> (DFT) • D-KEFS <i>Colour-Word Interference test</i> (CWI)	Comportement	• Meilleure performance dans toutes les tâches chez pongistes (élités et sub-élités) vs <i>norm scores</i> ↓ Nombre d'erreurs dans CWI chez pongistes élités vs sub-élités	-
Hagyard et al. (2021)	Étude 1 : <i>Externally-paced sports</i> Étude 2 : <i>Externally-paced sports</i>	Étude 1 : Temps 1 : F = 53 % ; Mâge : 21.32 ans Temps 2 : F = 44 % ; Mâge : 21.19 ans Non-athlètes Novices Amateurs Élites Super-élités Étude 2 (F = 32 % ; Mâge : 20.10 ans) : Novices Amateurs Élites Super-élités	Étude 1 (Temps 1 ; Temps 2) : 37 ; 14 14 ; 11 15 ; 9 30 ; 23 10 ; 7 Étude 2 : 29 28 19 15	Étude 2 : Expérience moyenne de jeu : 10.35 ans	Examiner le lien entre expertise athlétique, contrôle inhibiteur et performance sportive : • Étude 1 : évaluation du modèle transversal et longitudinal du contrôle inhibiteur à travers l'expertise sportive • Étude 2 : examiner si la relation entre contrôle inhibiteur et performance sportive est modérée par l'expertise athlétique	Étude quasi-expérimentale en deux parties : • Étude 1 : analyse transversale et longitudinale • Étude 2 : analyse transversale intégrant une mesure de performance sportive	SST	Comportement	Étude 1 : • Meilleure performance du contrôle inhibiteur dans les groupes experts (les sujets avec une plus grande expertise ont surpassé leurs homologues à expertise inférieure) avec ↓ SSRT, ↑ essais d'arrêt (stop) réussis et ↓ erreurs de commission dans temps 1 ↑ Performance du contrôle inhibiteur de temps 1 à temps 2 dans groupes experts Étude 2 : • Relation positive entre arrêts (stop) réussis et performance sportive (celle-ci évaluée par les notes des athlètes et des entraîneurs) • Relation négative entre SSRT et performance sportive (même notation que ci-dessus)	-
Heppé & Zentgraf (2019)	Handball	Handballeurs élités (Mâge : 24.2 ans) Groupe contrôle actif (Mâge : 23.2 ans)	30 (F = 0 ; H = 30) 30 (F = 0 ; H = 30)	2ème ligue en Allemagne	Évaluer si l'inhibition de la réponse est spécifique à un effecteur (mains vs pieds) et comment cela est lié à l'expertise motrice	• Design expérimental intergroupe • SST : 288 essais	SST (main ; pied)	Comportement	↓ SSRT main vs pied ↓ SSRT handballeurs vs groupe contrôle	-

Tableau 1 (Suite)

Étude	Sports	Participants	Échantillon	Expertise	Objectif principal	Design de l'étude	Tâche d'inhibition	Mesures	Résultats comportementaux principaux	Résultats neuronaux principaux
Kida et al. (2005)	Baseball Tennis	Baseballeurs : Professionnels (Mâge : 23.4 ans) Universitaires (Mâge : 21.6 ans) Lycéens Joueurs de tennis : Universitaires (Mâge : 21.3 ans) Non-athlètes : Sédentaires universitaires (Mâge : 22.9 ans) Non-joueurs de baseball lycéens	Baseballeurs (n = 65) : 17 (F = 0 ; H = 17) 22 (F = 0 ; H = 22) 26 (F = 0 ; H = 26) Joueurs de tennis (n = 22) : 22 (F = 0 ; H = 22) Non-athlètes (n = 106) : 38 (F = 0 ; H = 38) 68 (F = 0 ; H = 68)	Baseballeurs : Niveau AAA Équipe universitaire Kansai (Japon) High School Baseball Federation (Japon) Joueurs de tennis : Équipe universitaire Kansai (Japon)	• Analyse transversale : examiner les effets de l'expérience en baseball et du niveau de compétence dans Go/No-go et SRT • Analyse longitudinale : évaluer l'impact de l'entraînement à long terme sur les performances de baseballeurs de même âge scolaire, afin de clarifier si les baseballeurs experts sont meilleurs dans Go/No-go de façon innée	• Design expérimental intergroupe • Analyse transversale et longitudinale • 3 blocs ; 100 essais au total (1er bloc = 20 essais ; 2ème et 3ème bloc = 40 essais)	Go/No-go	Comportement	↓ RT baseballeurs vs non-athlètes ↓ RT baseballeurs vs joueurs de tennis ↓ RT <i>high-skill vs low-skill</i> baseballeurs • Aucune différence dans RT entre <i>skill levels</i> en tennis	-
Liao et al. (2017)	Badminton	Badistes professionnels (Mâge : 22.7 ans) Non-athlètes (Mâge : 26.1 ans)	42 (F = 14 ; H = 28) 15 (F = 8 ; H = 7)	11.2 adp ; 5.7 ent/sem ; 5.5 h/ent ; Dâge-ent : 10.1 ans	Étudier l'effet de l'expertise sur l'inhibition de l'action chez les joueurs de badminton et les non-athlètes	• Design expérimental intergroupe • SST en 2 phases : phase d'entraînement = 32 essais ; phase expérimentale = 3 blocs (64 essais/bloc) • Durée totale : ~ 30 min	SST	Comportement	• Aucune différence dans SSRT entre badistes et non-athlètes • Aucune différence dans précision pour la condition no-signal entre badistes et non-athlètes • Différence significative dans possibilité d'arrêt (stop) chez badistes vs non-athlètes (plus grande probabilité de stopper avec succès des réponses dominantes)	-
Martin et al. (2016)	Cyclisme	Cyclistes sur route professionnels (Mâge : 23.4 ans) Cyclistes sur route amateurs (Mâge : 25.6 ans)	11 (F = 0 ; H = 11) 9 (F = 0 ; H = 9)	> 5 adp ; > 5 ent/sem 2 adp ; ~ 3 ent/sem	Déterminer si les cyclistes professionnels ont un contrôle inhibiteur et une résistance à la fatigue mentale supérieurs aux cyclistes amateurs	• Design croisé randomisé (expérimental) • Comparaison de 2 groupes de cyclistes ayant un niveau différent d'expertise (<i>intra-sport</i>) • 4 visites au laboratoire (dans un délai ne dépassant pas 2 semaines) : après des tests préliminaires et familiarisation, 2 visites pour effectuer <i>Stroop colour-word task</i> (condition d'effort mental : 30 min) ou une tâche cognitive facile (condition de contrôle : 10 min) dans un ordre croisé randomisé et contrebalancé	Stroop colour-word task	Comportement	↓ RT au cours du temps dans les deux groupes • Plus grande ↓ RT au cours du temps chez cyclistes professionnels vs amateurs ↑ Réponses correctes chez cyclistes professionnels vs amateurs	-
Meng et al. (2019)	Badminton Volleyball	Badistes (Mâge : 22.7 ans) Volleyeurs (Mâge : 23.6 ans) Non-athlètes (Mâge : 22.8 ans)	35 (F = 12 ; H = 23) 29 (F = 13 ; H = 16) 27 (F = 17 ; H = 10)	11.31 adp ; 5.8 ent/sem ; 5.6 h/sem ; Dâge-ent : 10.06 ans 11.57 adp ; 5.14 ent/sem ; 4.2 h/sem ; Dâge-ent : 10.83 ans	Évaluer comment les profils cognitifs diffèrent selon les types d'expertise sportive	• Design expérimental intergroupe • Mesures : SSR (<i>successful stopping rate</i>), SSRT (<i>stop-signal reaction time</i>), NSRT (<i>no-signal reaction time</i>), NSACC (<i>accuracy of no-stop signal trials</i>) • Durée totale : ~ 90 min	SST	Comportement	• Aucune différence dans SSRT entre les groupes ↑ SSR chez volleyeurs vs badistes	-
Muraskin et al. (2015)	Baseball	Baseballeurs experts (Mâge : 19.9 ans) Non-joueurs novices (Mâge : 21.2 ans)	9 10	Division I collégiale	Comparaison de la performance dans Go/No-go et de la variabilité EEG entre baseballeurs experts et non-joueurs novices	• Design expérimental intergroupe • 5 blocs ; 90 essais/bloc	Go/No-go lié au sport	Comportement EEG	↓ RT baseballeurs vs non-joueurs novices ↓ Taux d'erreurs baseballeurs vs non-joueurs novices	• Différences entre les groupes dans <i>stimulus-locked discriminative curves</i> ↑ Activation dans cortex cingulaire antérieur et aire motrice supplémentaire chez baseballeurs lorsqu'on compare les essais corrects Go et No-go ↑ Activation dans gyirus orbitofrontal et gyirus fusiforme chez baseballeurs pour les essais corrects Go ↑ Activation dans cortex cingulaire antérieur et aire motrice supplémentaire chez baseballeurs pour les essais corrects No-go ↑ Activation dans gyirus temporal moyen et supérieur et gyirus frontal supérieur chez baseballeurs pour les essais incorrects No-go ↑ Variation contingente négative chez baseballeurs

Tableau 1 (Suite)

Étude	Sports	Participants	Échantillon	Expertise	Objectif principal	Design de l'étude	Tâche d'inhibition	Mesures	Résultats comportementaux principaux	Résultats neuronaux principaux
Nakamoto & Mori (2008a)	Baseball	Baseballeurs (âgés entre 18-23 ans) Non-joueurs de baseball (âgés entre 18-23 ans)	9 (F = 0 ; H = 9) 9 (F = 0 ; H = 9)	7-12 adp ; 25 h/sem 6-15 adp en athlétisme ou gymnastique	Examiner si le temps de réaction plus court des joueurs de baseball dans Go/No-go est influencé par les effets de compatibilité stimulus-réponse	<ul style="list-style-type: none"> • Design expérimental intergroupe • 3 tâches Go/No-go : (1) <i>Spatial condition with baseball batting-specific S-R mapping</i> (Spatial-BB) ; (2) <i>Spatial condition without baseball batting-specific S-R mapping</i> (Spatial-Mix) ; (3) <i>Color condition</i> (Color) • 2 séries ; 40 essais/tâche 	Go/No-go	Comportement EEG	<ul style="list-style-type: none"> ↓ Valeur d'indice (Go RT / Simple RT) chez baseballeurs vs non-joueurs dans Go/No-go lié au baseball (Spatial-BB) • Aucune différence dans erreurs de commission entre les groupes 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ Amplitude NoGo-P3 chez baseballeurs dans Go/No-go lié au baseball (Spatial-BB) • Aucune différence dans Go-P3 entre les groupes • Aucune différence dans NoGo-N2 entre les groupes ↓ <i>Stimulus-lateralized readiness potential interval</i> chez baseballeurs dans Go/No-go lié au baseball (Spatial-BB)
Nakamoto & Mori (2008b)	Basketball Baseball	Basketteurs Baseballeurs Non-athlètes	20 (F = 0 ; H = 20) 24 (F = 0 ; H = 24) 13 (F = 0 ; H = 13)	High-, Medium-, Low-skill High-, Medium-, Low-skill	Évaluer si le temps de réaction dans Go/No-go est un indice pertinent de l'expertise sportive relative à la prise de décision spécifique au sport	<ul style="list-style-type: none"> • Design expérimental intergroupe • 20 essais d'entraînement, puis 40 essais/tâche 	Go/No-go	Comportement	<ul style="list-style-type: none"> ↓ RT baseballeurs vs non-athlètes ↓ RT basketteurs vs non-athlètes • Aucune différence dans RT entre baseballeurs vs basketteurs ↓ RT baseballeurs <i>high-skill</i> vs <i>low-skill</i> ↓ RT baseballeurs <i>medium-skill</i> vs <i>low-skill</i> • Aucune différence dans RT entre <i>skill-levels</i> chez basketteurs • Aucune différence dans erreurs de commission entre les groupes 	-
Van de Water et al. (2017)	Badminton	Badistes élites (Mâge : 25 ans) Badistes non-élites (Mâge : 24 ans)	15 (F = 0 ; H = 15) 9 (F = 0 ; H = 9)	7 h/sem ; Dâge-ent : 8 ans 2 h/sem ; Dâge-ent : 11 ans	Évaluation de la reproductibilité et la validité du <i>Badminton Reaction Inhibition Test</i> (BRIT) chez des badistes élites et non-élites	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Two-fold design</i> pour évaluer la reproductibilité et la validité du BRIT • Comparaison de 2 groupes de badistes ayant un niveau différent d'expertise (<i>intra-sport</i>) • 4 composantes du test : <i>domain-general reaction time</i> (DGRT), <i>badminton-specific reaction time</i> (BSRT), <i>domain-general inhibitory control</i> (DGIC) et <i>badminton-specific inhibitory control</i> (BSIC) • 1ère partie : <i>test-retest design</i> pour examiner la reproductibilité de l'évaluation du BSRT et du IC (délai de 2-3 semaines entre les 2 tests) • 2ème partie : évaluation de la validité des 4 composantes du test • 2 blocs d'entraînement (1er bloc = 16 Go-essais et aucun stop-essais ; 2ème bloc = 32 essais avec 25 % de stop-essais) ; 4 blocs de test (32 essais avec 25 % de stop-essais) 	BRIT : • <i>Domain-general SST</i> • <i>Badminton-specific SST</i>	Comportement	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune différence dans DGRT entre les groupes ↓ BSRT chez badistes élites vs non-élites • Aucune différence dans DGIC et BSIC entre les groupes • Aucune corrélation entre classement national et BSRT, DGIC et BSIC • Corrélation négative entre classement national et BSIC chez badistes non-élites, mais pas élites 	-
Vestberg et al. (2012)	Football	Étude transversale : Footballeurs <i>High Division</i> (HD) (Mâge : 25.3 ans) Footballeurs <i>Low Division</i> (LD) (Mâge : 22.8 ans) Groupe norme standardisé Étude longitudinale : Footballeurs HD Footballeurs LD	Étude transversale : 29 (F = 15 ; H = 14) 28 (F = 11 ; H = 17) - Étude longitudinale (F = 0 ; H = 25) : 13 12	HD : plus hautes ligues nationales suédoises de football LD : Division 1 suédoise (H) et 2ème Division nationale (F)	Déterminer si les mesures des fonctions exécutives générales peuvent prédire le succès d'un joueur de football à travers une étude transversale et longitudinale	<ul style="list-style-type: none"> • Design expérimental qui compare 2 groupes de footballeurs ayant un niveau différent d'expertise (<i>intra-sport</i>) et un groupe norme standardisé • Analyse transversale et longitudinale • Automne 2007 : évaluation des footballeurs sur leurs fonctions exécutives • Utilisation des données prospectives sur les buts et les passes décisives (de janvier 2008 à mai 2010) pour évaluer si le DF mesuré en 2007 pouvait prédire l'issue du succès d'un footballeur 	D-KEFS : • <i>Design Fluency</i> (DF) • <i>Colour-word interference test</i> (CWI)	Comportement	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleurs résultats dans DF chez HD et LD vs groupe norme standardisé • Meilleurs résultats dans DF chez HD vs LD • Meilleurs résultats (tendance) dans CWI chez HD vs LD • Meilleurs résultats dans le plus exigeant CWI chez HD vs LD • Corrélation significative entre résultat du test exécutif et nombre de buts et de passes décisives que les joueurs avaient marqués deux saisons plus tard 	-
Wang et al. (2013a)	Tennis Natation	Joueurs de tennis (Mâge : 20.70 ans) Nageurs (Mâge : 19.31 ans) Sédentaires (Mâge : 20.40 ans)	20 (F = 0 ; H = 20) 20 (F = 0 ; H = 20) 20 (F = 0 ; H = 20)	5.50 adp ; ≥ 3 ent/sem ; 3 h/ent 4.85 adp ; 5 ent/sem ; 2.5 h/ent	Déterminer si le contrôle inhibiteur supérieur chez les athlètes : 1) peut être observé dans une tâche cognitive générale sans un contexte lié au sport ; 2) peut être modulé différemment par une expertise sportive différente (p. ex. tennis vs natation)	<ul style="list-style-type: none"> • Design expérimental intergroupe • Procédure en 2 phases (durée totale ~ 40 min) : (1) <i>7-Day Physical Activity Recall questionnaire</i> (7DPAR) + questionnaire de condition physique aérobie ; (2) SST en 3 étapes : obtention du Go RT (50 essais) + essais SSD (<i>stop-signal delay</i>) (32 essais/bloc) + session de test (3 blocs ; 48 essais/bloc ; ~ 4 min/bloc) 	SST	Comportement	<ul style="list-style-type: none"> ↓ SSRT joueurs de tennis vs sédentaires ↓ SSRT joueurs de tennis vs nageurs • Aucune différence dans SSRT entre nageurs vs sédentaires • Aucune différence dans taux de réponse non-supprimée entre les groupes 	-

Tableau 1 (Suite)

Étude	Sports	Participants	Échantillon	Expertise	Objectif principal	Design de l'étude	Tâche d'inhibition	Mesures	Résultats comportementaux principaux	Résultats neuronaux principaux
Wang et al. (2013b)	Tennis Natation	Joueurs de tennis (Mâge : 20.64 ans) Nageurs (Mâge : 19.36 ans) Sédentaires (Mâge : 21.21 ans)	14 (F = 0 ; H = 14) 14 (F = 0 ; H = 14) 14 (F = 0 ; H = 14)	3-11 adp 2.5-9 adp	Étudier les effets d'une expérience sportive différente sur la préparation temporelle non-spécifique	• Design expérimental intergroupe • Procédure en 2 phases (durée totale ~ 30 min) : (1) 7DPAR + évaluation de la condition physique ; (2) Go/No-go	Go/No-go	Comportement	↓ RT joueurs de tennis vs sédentaires, mais aucune différence pour les autres comparaisons de groupes • Aucune différence dans erreurs de commission entre les groupes ↓ <i>Foreperiod effect</i> joueurs de tennis vs sédentaires, mais aucune différence pour les autres comparaisons de groupes	-
Yamashiro et al. (2021)	Baseball Athlétisme	Baseballeurs (Mâge : 21.5 ans) Groupe d'athlétisme (Mâge : 20.2 ans)	10 (F = 0 ; H = 10) 12 (F = 0 ; H = 12)	> 9 adp > 7 adp	Évaluer si l'entraînement des compétences à long terme provoque des modifications neuroplastiques toujours spécifiques à la modalité ou pouvant être des composantes supramodales	• Design expérimental intergroupe • Avant EEG : 5 séances d'entraînement Go/No-go somatosensoriel et auditif (40 essais/séance ; 200 essais au total) • Durant séances EEG : Go/No-go somatosensoriel et auditif (50 Go et 50 No-go ; ordre aléatoire)	• Go/No-go somatosensoriel • Go/No-go auditif	Comportement EEG	↓ RT somatosensoriel chez baseballeurs vs groupe d'athlétisme • Aucune différence dans RT auditif entre les groupes • Aucune différence dans erreurs de commission entre les groupes dans les deux Go/No-go	↓ Latence P100 chez baseballeurs vs groupe d'athlétisme ↓ <i>Subtracted No-go N2 peak latency</i> chez baseballeurs vs groupe d'athlétisme • Aucune différence dans composante ERP auditive entre les groupes
You et al. (2018)	Tennis de table	Pongistes (Mâge : 20.65 ans) Non-athlètes (Mâge : 21.26 ans)	20 (F = 9 ; H = 11) 19 (F = 10 ; H = 9)	≥ 8 adp ; moyenne 10.68 adp	Évaluation des différences dans l'inhibition de la réponse consciente et inconsciente entre des pongistes et des non-athlètes	• Design expérimental intergroupe • <i>Masked Go/No-go task</i> (Go/No-go masqué) : <i>weakly masked condition</i> (conscient) et <i>strongly masked condition</i> (inconscient) • Procédure en 3 phases : (1) 7DPAR et informations démographiques de base ; (2) Go/No-go masqué et enregistrement des données EEG ; (3) tâche de sensibilisation (<i>awareness task</i>) • 4 blocs ; 120 essais/bloc (480 essais au total) ; 30 essais de chaque type / bloc • Durée totale : ~ 1.5 h (50 min EEG + 40 min Go/No-go masqué)	• Go/No-go conscient • Go/No-go inconscient	Comportement EEG	• Conscient : ↓ RT pongistes vs non-athlètes • Inconscient : Plus long RT- <i>slowing</i> chez pongistes vs non-athlètes	• Conscient : ↑ Amplitude N2 chez pongistes dans No-go vs Go ↑ Latence N2 chez non-athlètes vs pongistes ↑ Amplitude P3 dans les deux groupes dans No-go vs Go ↑ Amplitude P3 chez pongistes vs non-athlètes dans No-go, mais pas dans Go • Inconscient : ↓ Latence N2 chez pongistes vs non-athlètes ↑ Amplitude P3 dans No-go vs Go chez pongistes, mais pas chez non-athlètes ↑ Amplitude P3 dans No-go chez pongistes vs non-athlètes, mais pas dans Go
Yu et al. (2021)	Taekwondo Natation	Taekwondoïstes (Mâge : 21.00 ans) Nageurs (Mâge : 20.83 ans) Non-athlètes (Mâge : 20.31 ans)	12 (F = 8 ; H = 4) 12 (F = 6 ; H = 6) 16 (F = 12 ; H = 4)	≥ 2 adp ; ≥ 3 ent/sem ; ≥ 3 h/ent ≥ 2 adp ; ≥ 3 ent/sem ; ≥ 3 h/ent	Comparaison des performances comportementales de l'inhibition et du monitoring des erreurs entre taekwondoïstes (sport à habiletés ouvertes), nageurs (sport à habiletés fermées) et sédentaires	• Design transversal (expérimental intergroupe) • Procédure en 2 parties : (1) collecte des données démographiques, des quantités d'AP et de la durée d'expérience en entraînement ; (2) Flanker/SST 480 essais au total	Flanker/SST	Comportement	• Aucune différence dans SSRT entre les groupes • <i>Post-error slowing</i> chez non-athlètes ↑ RT post-erreur chez non-athlètes vs taekwondoïstes • Aucune différence dans précision post-erreur entre les groupes	-
Zhang et al. (2015)	Escrime	Escrimeurs (âgés entre 19-23 ans) Non-athlètes (âgés entre 18-22 ans)	26 (F = 13 ; H = 13) 26 (F = 14 ; H = 12)	≥ 6 adp	Analyse de la base électrophysiologique de l'inhibition de la réponse supérieure chez des escrimeurs comparés à des non-athlètes	• Design expérimental intergroupe • 4 blocs ; 100 essais/bloc	Go/No-go	Comportement EEG	↓ RT chez escrimeurs vs non-athlètes ↑ Taux de précision dans No-go chez escrimeurs vs non-athlètes	↑ Amplitude N2 dans No-go chez escrimeurs vs non-athlètes ↓ Latence N2 dans No-go chez escrimeurs vs non-athlètes ↓ Variation de latence (gigue/jitter) N2 dans No-go chez escrimeurs vs non-athlètes ↑ Amplitude P3 dans No-go chez non-athlètes vs escrimeurs ↓ Latence P3 dans No-go chez escrimeurs vs non-athlètes

Signes : 7DPAR, 7-Day Physical Activity Recall questionnaire ; adp, années de pratique ; AP, activité physique ; BRIT, Badminton Reaction Inhibition Test ; BSIC, badminton-specific inhibitory control ; BSRT, badminton-specific reaction time ; Color, color condition ; CSRT, change-signal reaction time ; CST, change-signal task ; CWI, Colour-Word Interference test ; Dâge-ent, âge de début d'entraînement ; DF, Design Fluency test ; DGIC, domain-general inhibitory control ; DGRT, domain-general reaction time ; D-KEFS, Delis-Kaplan Executive Function System ; EEG, électroencéphalogramme ; ent, entraînement ; ERP, event-related potential ; F, femmes ; h, heures ; H, hommes ; HD, high division ; IC, inhibitory control (contrôle inhibiteur) ; LD, low division ; Mâge, moyenne d'âge ; NSACC, accuracy of no-stop signal trials ; NSRT, no-signal reaction time ; p. ex., par exemple ; RE, regular exercise (exercice régulier) ; RT, reaction time (temps de réaction) ; sem, semaine ; SG, sedentary group (groupe sédentaire) ; Spatial-BB, Spatial condition with baseball batting-specific S-R mapping ; Spatial-Mix, Spatial condition without baseball batting-specific S-R mapping ; SRT, simple reaction task ; SSD, stop-signal delay ; SSR, successful stopping rate ; SSRT, stop-signal reaction time ; SST, stop-signal task ; TC, tai chi.

4. Discussion

Le but principal de cette *scoping review* était de proposer une synthèse des études scientifiques qui se sont intéressées à l'effet de l'expertise sportive sur une des composantes majeures des fonctions exécutives : l'inhibition motrice. Une attention particulière a été portée sur la relation entre inhibition motrice et (1) type de sport, (2) quantité de pratique sportive, (3) méthodologie et (4) type de mesure (comportementale et cérébrale). Dans les paragraphes suivants, ces quatre facteurs seront discutés et analysés de manière approfondie. En particulier, il s'agit de mettre en avant les conclusions principales et de proposer des pistes pour de futures recherches.

4.1 Types de sport

4.1.1 Sports à habiletés ouvertes vs fermées

D'après le tableau des résultats, 15 sports différents ont été identifiés : escrime (6 articles), baseball (5 articles), badminton (4 articles), natation (3 articles), tennis (3 articles), basketball (2 articles), taekwondo (2 articles), tennis de table (2 articles), athlétisme (1 article), boxe (1 article), cyclisme (1 article), football (1 article), handball (1 article), tai chi (1 article) et volleyball (1 article). En particulier, selon les définitions données par Gu et al. (2019), les sports à habiletés ouvertes (*open skill sports*) correspondent à l'escrime, au baseball, au badminton, au tennis, au basketball, au taekwondo, au tennis de table, à la boxe, au football, au handball et au volleyball. Les sports à habiletés fermées (*closed skill sports*) englobent la natation, l'athlétisme, le cyclisme et le tai chi. Ainsi, dans le tableau des résultats on peut constater qu'il y a une prédominance de sports à habiletés ouvertes par rapport aux sports à habiletés fermées. On peut donc déduire qu'en fonction du type de sport et des exigences spatio-temporelles requises, l'inhibition motrice est stimulée de façon différente. En effet, comme confirmé par Meng et al. (2019), les sports à habiletés ouvertes nécessitent une plus grande participation des processus d'inhibition à cause de la rapidité des stimuli (contraintes temporelles) et de l'imprévisibilité des comportements des adversaires (contraintes spatiales) qui changent de manière dynamique et continue. Par exemple, Chen et al. (2019) affirment que dans le badminton les joueurs doivent souvent inhiber un swing lorsqu'il est inapproprié et adapter leurs mouvements pour faire face à un environnement constamment imprévisible. D'une manière analogue, selon Di Russo et al. (2006), l'escrime implique une adaptation rapide du comportement compte tenu de la diversité des actions portées par l'adversaire, ce qui souligne l'importance dans ce sport d'avoir une bonne capacité d'inhibition.

Dans le cas particulier de l'article de Hagyard et al. (2021), les auteurs ont analysé plusieurs *externally-* et *self-paced sports*. Plus précisément, dans la première partie de cette étude, les participants pratiquaient soit des sports qui impliquent une capacité d'adaptation et un traitement rapide, tels que le football (*externally-paced sports*), soit des sports qui donnent le temps de se préparer à l'action avant de commencer une réponse, tels que le golf (*self-paced sports*). Selon les définitions données par Gu et al. (2019), les premiers équivalent aux sports à habiletés ouvertes, alors que les deuxièmes correspondent aux sports à habiletés fermées.

4.1.2 Études comparant des athlètes dans un seul sport avec des non-athlètes

Le tableau des résultats montre que 11 études ont comparé des athlètes dans un seul sport avec des non-athlètes : Chan et al. (2011, escrime) ; Chavan et al. (2017, escrime) ; Chen & Muggleton (2020, tai chi) ; Chen et al. (2019, badminton) ; Di Russo et al. (2006, escrime) ; Heppe & Zentgraf (2019, handball) ; Liao et al. (2017, badminton) ; Muraskin et al. (2015, baseball) ; Nakamoto & Mori (2008a, baseball) ; You et al. (2018, tennis de table) ; Zhang et al. (2015, escrime). Plus précisément, en ce qui concerne les participants, 9 articles ont confronté un groupe d'athlètes avec un autre groupe de non-athlètes. Toutefois, dans le cas particulier de l'article de Chen et Muggleton (2020), les athlètes pratiquant le tai chi ont été comparés non seulement avec un groupe de sédentaires, mais aussi avec des sujets faisant de l'exercice physique régulier (tel que la course ou la natation). Dans cette étude, le niveau d'activité physique des participants a été mesuré à l'aide du Questionnaire International de l'Activité Physique (IPAQ). En outre, Chan et al. (2011) ont subdivisé le groupe d'athlètes (escrimeurs) et de non-athlètes (non-escrimeurs) en sous-groupes selon le niveau de condition physique des participants (*averagely-fit* vs *high-fit*). Ainsi, en fonction de l'échantillon sélectionné par chaque étude, les populations d'athlètes et de non-athlètes étudiées peuvent présenter des caractéristiques différentes.

En général, le tableau des résultats montre que pour tester la performance en inhibition comportementale chez les athlètes, l'ensemble des articles se base principalement sur le temps de réaction (*reaction time* (RT)) et les erreurs de commission (également appelées fausses alarmes). En effet, d'après Christ et al. (2001), ces deux variables constituent les deux indicateurs principaux pour évaluer l'efficacité du contrôle inhibiteur chez les individus. Falkenstein et al. (1999) expliquent que les fausses alarmes correspondent aux réponses qui sont produites à l'apparition d'un stimulus *No-go*, signifiant dans ce cas un déficit en inhibition.

Parmi les 11 études analysées dans ce sous-chapitre, 9 articles ont montré que les RT des athlètes sont significativement plus rapides par rapport aux non-athlètes, ce qui signifie un meilleur fonctionnement des processus d'inhibition. En revanche, 2 études n'ont trouvé aucune différence significative entre les

groupes en termes de RT : Chan et al. (2011, escrime) ; Liao et al. (2017, badminton). L'interprétation fournie par Liao et ses collaborateurs serait que le nombre d'années d'éducation dans le groupe des non-athlètes pourrait avoir une influence sur les fonctions cognitives et par conséquent sur l'inhibition motrice. Ces mêmes auteurs soulignent l'importance, dans de futures recherches, de mieux recueillir certaines caractéristiques socio-démographiques des participants, ce qui permettrait de tenir compte de possibles variables confondantes dans les analyses.

En ce qui concerne le taux d'erreurs commises par les participants lors des tâches d'inhibition motrice, 3 articles (Chen & Muggleton, 2020 ; Muraskin et al., 2015 ; Zhang et al., 2015) ont montré que les athlètes, tout en étant plus rapides, font moins de fautes que les non-athlètes, alors que 2 études (Heppel & Zentgraf, 2019 ; Nakamoto & Mori, 2008a) n'ont pas donné d'informations spécifiques à ce sujet. En revanche, les 6 articles restants sur les 11 n'ont trouvé aucune différence significative entre les groupes en termes d'erreurs commises.

Ainsi, de manière générale, on peut conclure que les athlètes présentent des processus d'inhibition plus rapides que les non-athlètes, reflétés par un RT diminué chez les athlètes, alors qu'au niveau des erreurs de commission il n'y a souvent pas une différence significative entre les groupes, même si les athlètes ont tendance à effectuer un plus petit nombre d'erreurs par rapport aux non-athlètes.

Quant aux types de sport, le tableau des résultats met en avant que les sports à habiletés ouvertes sont privilégiés dans les études pour étudier la relation entre expertise sportive et inhibition motrice, car ces sports ont des caractéristiques qui favorisent l'évolution des mécanismes d'inhibition motrice. Pour cette raison, on pourrait s'attendre à ce que seuls les sports à habiletés ouvertes montrent de meilleurs résultats en termes d'inhibition motrice (RT diminué et moins d'erreurs). Mais est-ce vraiment le cas ? Il ne semble pas, étant donné que l'article de Chen et Muggleton (2020) a illustré que même dans un sport à habiletés fermées (tai chi) les résultats en inhibition comportementale étaient meilleurs par rapport au groupe sédentaire. Ainsi, pour étudier le lien entre expertise sportive et inhibition motrice, il faut questionner la pertinence de la classification des sports à habiletés ouvertes vs fermées et analyser s'il est suffisant de traiter cette problématique avec ces types de sport.

4.1.3 Études comparant des athlètes au sein d'un même sport (*intra-sport*)

Selon le tableau des résultats, 5 études ont comparé différents groupes d'athlètes à l'intérieur d'un même sport : Chiu et al. (2020, basketball) ; Elferink-Gemser et al. (2018, tennis de table) ; Martin et al. (2016, cyclisme) ; Van de Water et al. (2017, badminton) ; Vestberg et al. (2012, football). Plus précisément, Chiu et al. (2020) ont constitué deux groupes de basketteurs qui occupent une position de jeu différente sur le terrain (*guards* vs *forwards*), alors que les 4 autres articles

ont comparé deux groupes de sportifs avec un niveau différent d'expertise : pongistes élites vs sub-élites (Elferink-Gemser et al., 2018) ; cyclistes professionnels vs amateurs (Martin et al., 2016) ; badistes élites vs non-élites (Van de Water et al., 2017) ; footballeurs et footballeuses dans *high division* (HD) vs *low division* (LD) (Vestberg et al., 2012). Toutefois, Elferink-Gemser et al. (2018) et Vestberg et al. (2012), en plus de la comparaison entre les deux groupes différents d'athlètes, ont également inclus parmi les participants un échantillon représentatif (1'750 enfants, adolescents et adultes âgés de 8 à 89 ans des États-Unis d'Amérique) respectivement un groupe norme standardisé (dont les auteurs n'ont pas donné d'informations supplémentaires).

Dans le cas particulier de l'étude sur le basketball de Chiu et al. (2020), les chercheurs avaient pour but d'examiner l'effet de la position de jeu des basketteurs (*guards* vs *forwards*) sur le contrôle inhibiteur. Le choix d'étudier ces deux postes de jeu est expliqué par le fait que, selon les auteurs, il existerait des différences en termes d'inhibition motrice entre *guards* et *forwards* en raison d'exigences et de compétences physiques divergentes lors du jeu (mouvements, direction de déplacement, vitesse, etc.) qui sont soumises au contrôle inhibiteur. Est-ce qu'il y a donc des positions de jeu en basketball qui seraient plus sensibles à l'inhibition motrice ? Les résultats de cette étude ont montré qu'au niveau d'inhibition comportementale il n'y a pas de différence entre *guards* et *forwards*. Ainsi, du point de vue du poste de jeu en basketball, il n'y a pas une expertise différente en inhibition motrice.

En ce qui concerne les 4 autres études, bien que Van de Water et al. (2017) n'aient pas trouvé une différence significative entre badistes élites et non-élites en termes d'inhibition, les résultats comportementaux chez Elferink-Gemser et al. (2018), Martin et al. (2016) et Vestberg et al. (2012) ont été différents. Dans l'article de Elferink-Gemser et al. (2018), en plus d'une meilleure performance dans tous les tests chez les athlètes (pongistes élites et sub-élites) par rapport à l'échantillon représentatif, les pongistes élites ont commis moins d'erreurs lors du CWIT que les pongistes sub-élites. Dans le même ordre d'idées, Martin et al. (2016) ont montré via une tâche de *Stroop* que les cyclistes professionnels ont diminué le RT de façon plus importante et effectué plus de réponses correctes que les cyclistes amateurs. En outre, Vestberg et al. (2012) ont illustré que les footballeurs appartenant au groupe HD ont obtenu des meilleurs résultats en termes d'inhibition comportementale que les joueurs faisant partie du groupe LD.

Lorsqu'on analyse ces 5 articles, on peut constater qu'il y a 5 types de tâches d'inhibition différentes (*Go/No-go*, *Stroop colour-word task*, *Badminton Reaction Inhibition Test* (BRIT), CWIT et DFT - ces 2 dernières faisant partie du D-KEFS). Par conséquent, une raison possible pour expliquer les différences de résultats pourrait reposer sur le type de tâches choisies, vu qu'elles ne sont

pas les mêmes. Par exemple, dans Van de Water et al. (2017), la reproductibilité² et la validité³ de l'évaluation du contrôle inhibiteur n'ont pas été confirmées à travers le BRIT. Ainsi, on peut supposer que l'utilisation d'une autre tâche dans cet article aurait pu donner des résultats comportementaux différents. Les variations dans les résultats obtenus pourraient donc être dues à l'inconsistance des tests d'inhibition motrice. Pour mieux expliquer le lien entre expertise sportive et inhibition motrice, cette réflexion souligne l'importance de mettre en place des tâches d'inhibition motrice valides et conformes au contexte analysé, surtout dans le cas des sports caractérisés par un environnement rapide et imprévisible.

4.1.4 Études comparant 2 sports différents

Le tableau des résultats montre qu'un seul article (Yamashiro et al., 2021) a comparé des athlètes de 2 sports différents (baseball vs athlétisme) sans inclure un groupe de non-athlètes, alors que 8 études ont confronté 2 sports différents avec des non-athlètes : Bianco et al. (2017, boxe et escrime) ; Brevers et al. (2018, taekwondo et escrime) ; Kida et al. (2005, baseball et tennis) ; Meng et al. (2019, badminton et volleyball) ; Nakamoto & Mori (2008b, baseball et basketball) ; Wang et al. (2013a ; tennis et natation) ; Wang et al. (2013b ; tennis et natation) ; Yu et al. (2021, taekwondo et natation). En outre, concernant les types de sport, Yamashiro et al. (2021) et les 3 derniers articles cités opposent 1 sport à habiletés ouvertes et 1 sport à habiletés fermées, tandis que les 5 autres études comparent 2 sports à habiletés ouvertes.

Dans ce type d'études, l'intérêt d'intégrer un groupe contrôle de non-athlètes semble donc être un aspect important. En effet, on peut supposer que pour pouvoir détecter des différences significatives nettes en termes d'inhibition dans le domaine sportif, il est convenable de recruter deux groupes de sujets avec un niveau d'expertise sportive considérablement distinct : d'une part, des athlètes ayant des compétences cognitives, physiques et techniques extraordinaires ; d'autre part, des sujets sans aucune expérience sportive ou avec moins de pratique (non-athlètes). Ainsi, on peut présumer que plus l'écart en inhibition comportementale entre athlètes et non-athlètes est grand, plus les différences relevées sont évidentes.

Dans le cas particulier de l'article de Yamashiro et al. (2021), les joueurs de baseball et le groupe d'athlétisme avaient pratiqué pendant plus de 9 respectivement 7 ans dans leur sport, ce qui constitue un nombre d'années de

² La reproductibilité a été évaluée via un design test-retest, afin de vérifier si le BRIT était en mesure de fournir les mêmes résultats à deux moments différents.

³ La validité du BRIT a été examinée sur la capacité du test à détecter des différences significatives entre badistes élites et non-élites et sur la relation entre les résultats des joueurs et le classement national.

pratique sportive plutôt élevé chez les deux groupes. En utilisant une tâche *Go/No-go*, les résultats ont montré que les joueurs de baseball présentent une meilleure discrimination somatosensorielle par rapport au groupe d'athlétisme (reflétée par un RT diminué chez les joueurs de baseball), vu qu'ils nécessitent une bonne perception manuelle pour pouvoir, à tout moment, arrêter le mouvement de la batte le plus rapidement possible. Ainsi, cette étude suggère que selon le type de sport pratiqué les processus d'inhibition sont impliqués avec un degré différent. En effet, puisque que le baseball est un sport à habiletés ouvertes qui se déroule dans un environnement rapide et imprévisible, les actions des joueurs doivent souvent être adaptées ou supprimées. En revanche, dans un sport à habiletés fermées comme l'athlétisme, caractérisé par un environnement stable et prévisible, les processus d'inhibition sont moins stimulés. Dans le même ordre d'idées, Wang et al. (2013a) ont montré, en plus d'un *stop-signal* RT (SSRT) diminué chez les joueurs de tennis par rapport aux sédentaires, que les tennismen (sport à habiletés ouvertes) présentent un SSRT plus court que les nageurs (sport à habiletés fermées).

En revanche, même si Wang et al. (2013b) ont trouvé que les joueurs de tennis présentent un RT et un *normalized foreperiod effect*⁴ plus courts que les sédentaires, aucune différence significative a été relevée au niveau du RT, du *normalized foreperiod effect* et des erreurs de commission entre tennismen et nageurs. De manière analogue, Yu et al. (2021) n'ont pas détecté une différence significative entre les groupes de sport (taekwondoïstes vs nageurs vs non-athlètes) dans le SSRT et la précision post-erreur, alors que les non-athlètes ont un RT plus long que les taekwondoïstes et présentent un *post-error slowing*⁵ plus important.

En ce qui concerne les 5 études qui ont comparé 2 sports à habiletés ouvertes avec des non-athlètes, on peut constater de manière générale (à l'exception de l'article de Meng et al. (2019)) que l'ensemble des athlètes ont une meilleure performance en termes d'inhibition motrice par rapport aux non-athlètes. En effet, Bianco et al. (2017) ont montré que les athlètes ont un RT moyen plus court (escrimeurs : 402 ms ± 55⁶ ; boxeurs : 418 ms ± 55⁶) que les non-athlètes (480 ms ± 48⁶). Dans le même ordre d'idées, d'après Brevers et al. (2018), les athlètes (taekwondoïstes et escrimeurs) ont un SSRT plus petit et une meilleure

⁴ D'après Wang et al. (2013b), la notion de *foreperiod* correspond à l'intervalle entre un stimulus d'avertissement (préparatoire) et le stimulus impératif (de départ). Plus précisément, dans cette étude, la préparation temporelle a été évaluée à l'aide d'un paradigme dans lequel la *foreperiod* variait de 500 ou 1'500 ms de manière aléatoire.

⁵ Selon Yu et al. (2021), le phénomène de *post-error slowing* indique la tendance des participants à ralentir sur l'action en cours après avoir commis une erreur sur l'essai précédent, afin d'assurer de meilleures performances lors de futurs essais. Dans cette étude, le fait que les non-athlètes présentent un *post-error slowing* signifie une augmentation de la précision post-erreur au prix d'une diminution du RT.

⁶ Écart-type

inhibition de la réponse motrice proactive par rapport aux non-athlètes. En outre, Kida et al. (2005) ont illustré via une tâche *Go/No-go* que les joueurs de baseball sont plus rapides en termes d'inhibition motrice que les non-athlètes. De manière analogue, selon Nakamoto et Mori (2008b), les athlètes (joueurs de baseball et basketteurs) présentent un RT plus court par rapport aux non-athlètes.

En revanche, Meng et al. (2019) n'ont relevé aucune différence significative entre les groupes (badistes vs volleyeurs vs non-athlètes) dans le SSRT. Pourtant, cette étude a trouvé que les volleyeurs ont un *successful stopping rate* (SSR) supérieur par rapport aux badistes. Ce résultat suggère deux aspects intéressants concernant la relation entre expertise sportive et inhibition motrice. Premièrement, les RT peuvent ne pas être différents entre athlètes et non-athlètes, alors qu'il peut y avoir une différence au niveau du nombre d'erreurs entre les groupes. Par conséquent, il est important d'analyser la pertinence des variables utilisées pour évaluer le contrôle inhibiteur. Est-ce que le RT ou les erreurs séparément représentent mieux les processus d'inhibition motrice ou alors les deux variables en même temps (RT plus rapide et taux d'erreurs plus bas) ? Comme déjà mentionné précédemment et soutenu par Christ et al. (2001), il semblerait qu'à la fois le RT et les erreurs constituent les deux indicateurs principaux pour étudier l'efficacité du contrôle inhibiteur chez les individus.

Deuxièmement, le résultat obtenu par Meng et al. (2019) suggère aussi que même lorsqu'on compare 2 disciplines sportives différentes, dont toutes les 2 font partie des sports à habiletés ouvertes, il peut y avoir une différence en termes d'inhibition motrice. Cette affirmation a également été démontrée par 2 autres articles déjà mentionnés : Bianco et al. (2017) ont illustré via une tâche *Go/No-go* que les boxeurs ont commis plus d'erreurs que les escrimeurs ; Kida et al. (2005) ont montré que les joueurs de baseball présentent un RT plus court par rapport aux joueurs de tennis. Ainsi, pour mieux décrire le lien entre expertise sportive et inhibition motrice, cette constatation souligne l'importance d'étudier les caractéristiques spécifiques de chaque discipline sportive et d'identifier les processus d'inhibition impliqués, étant donné qu'entre des sports à habiletés ouvertes l'expertise sportive peut mener à des performances d'inhibition motrice différentes.

4.1.5 Analyse longitudinale

Dans la première partie de l'étude de Hagyard et al. (2021), en plus d'une analyse transversale, les auteurs ont aussi évalué le modèle longitudinal du contrôle inhibiteur à travers l'expertise sportive. Les résultats ont montré que les groupes experts (super-élites et élites) ont amélioré leur performance du contrôle inhibiteur sur une période de 16 semaines entre le temps 1 et 2 de la recherche.

Ainsi, en lien avec la problématique de ce travail, cette étude est intéressante pour avoir également effectué une analyse longitudinale sur une durée de 16 semaines. Selon les auteurs de cet article, la période de 4 mois a été sélectionnée

sur la base de résultats antérieurs qui ont montré une amélioration cognitive après une intervention d'exercice physique de même durée. Étant donné que les carrières sportives peuvent durer beaucoup d'années, il serait important, dans de futures recherches en sciences du sport, d'évaluer le contrôle inhibiteur par des études longitudinales sur plusieurs années, dans le but d'affiner la solidité du lien entre expertise sportive et inhibition motrice.

4.1.6 Autre classification des sports

Toutefois, les sports peuvent être également classifiés dans d'autres catégories, comme montré par Livingston et Forbes (2016) dans la figure 3.

Category	Sports
Combat	Boxing, taekwondo, wrestling
Individual aesthetic	Diving, figure skating, gymnastics, synchronized swimming
Individual aiming	Golf
Racing	Athletics, biathlon, boating/sailing, bobsleigh/skeleton, canoe/kayak, cross-country running, cycling, rowing, speed skating, swimming, triathlon
Net/court	Racquetball, squash, volleyball
Invasion	Basketball, broomball, football, ice hockey, lacrosse, ringette, rugby, soccer, waterpolo
Fielding	Baseball, softball (fastpitch)
Target	Archery, curling, shooting, ten pin bowling

Figure 3. Classification des sports selon Livingston et Forbes (2016).

Lorsqu'on compare les sports issus de cette *scoping review* avec la figure 3, on peut constater qu'il y a une prédominance des sports de combat, de filet/terrain, d'invasion et de champ. D'après la définition donnée par Gu et al. (2019), ces catégories font partie des sports à habiletés ouvertes caractérisés par un environnement en constante évolution. En revanche, cette *scoping review* ne présente que peu de sports dits « racing », à savoir l'athlétisme, le cyclisme et la natation qui, selon Gu et al. (2019), se réfèrent aux sports à habiletés fermées caractérisés par une activité répétitive et prévisible. Or, cela suggère que même si les sports peuvent être classifiés sous différentes formes, il est généralement approuvé par la plupart des chercheurs que les sports à habiletés ouvertes nécessitent une plus grande participation du contrôle inhibiteur que les sports à habiletés fermées.

Mais enfin, est-ce que la classification en sport à habiletés ouvertes vs fermées est vraiment valable pour mieux décrire la relation entre expertise sportive et inhibition motrice ? À partir de cette réflexion, il serait important, dans de futures recherches, d'évaluer le contrôle inhibiteur sur d'autres critères et aussi dans d'autres catégories de sport telles que les sports artistiques ou de cible, afin de vérifier la pertinence de cette classification en *open vs closed skill sports* pour expliquer le lien entre expertise sportive et inhibition motrice.

4.2 Quantité de pratique sportive

4.2.1 Expertise des athlètes indiquée en valeurs quantitatives

Parmi les 26 articles retenus de cette *scoping review*, 20 études ont indiqué l'expertise des athlètes en valeurs quantitatives sous différentes formes (nombre d'années de pratique ; nombre d'entraînements par semaine ; heures d'entraînement accumulées ; heures d'entraînement par semaine ; heures d'entraînement par séance) : Bianco et al. (2017) ; Brevers et al. (2018) ; Chan et al. (2011) ; Chavan et al. (2017) ; Chen et al. (2019) ; Chiu et al. (2020) ; Di Russo et al. (2006) ; Elferink-Gemser et al. (2018) ; Hagyard et al. (2021) ; Liao et al. (2017) ; Martin et al. (2016) ; Meng et al. (2019) ; Nakamoto & Mori (2008a) ; Van de Water et al. (2017) ; Wang et al. (2013a) ; Wang et al. (2013b) ; Yamashiro et al. (2021) ; You et al. (2018) ; Yu et al. (2021) ; Zhang et al. (2015).

Lorsqu'on analyse ces 20 études, on peut constater que le nombre d'années de pratique sportive varie entre 2 et 17.2 ans, ce qui constitue un écart relativement important. En effet, dans l'article de Yu et al. (2021) les nageurs et les taekwondoïstes devaient avoir effectué au moins 2 ans d'entraînement, alors que chez Chavan et al. (2017) les escrimeurs devaient avoir un niveau mondial, ce qui correspondait à une moyenne de 24'000 heures d'entraînement accumulées sur 17.2 ans de pratique. D'une part, cette grande différence en termes d'années de pratique pourrait probablement être due au type d'activité sportive réalisée, vu que chaque sport implique des exigences techniques différentes et un temps d'apprentissage variable. D'autre part, c'est aussi à cause d'un biais de sélection parce qu'il est beaucoup plus difficile de recruter des athlètes de haut niveau qui pratiquent un sport depuis 15 ans que des sportifs avec au moins 2 ans d'entraînement. Toutefois, dans Yu et al. (2021) les résultats n'ont montré aucune différence entre les groupes (taekwondoïstes vs nageurs vs non-athlètes) au niveau du SSRT, alors que Chavan et al. (2017) ont relevé un RT plus court chez les escrimeurs par rapport aux non-athlètes. Par conséquent, ces résultats pourraient suggérer que les études qui ont sollicité des athlètes avec peu d'années de pratique auraient plus de difficulté à prouver des différences dans des tâches d'inhibition. En d'autres termes, on peut supposer que plus on augmente les années de pratique, plus les résultats en inhibition seraient clairs. Ainsi, dans ce

chapitre, il s'agit d'évaluer si le nombre d'années de pratique semble influencer les performances dans l'inhibition motrice.

Parmi les 20 études précédemment citées, 14 articles ont montré que l'inhibition motrice est meilleure chez les athlètes ayant effectué une quantité importante d'entraînement par rapport aux sujets sans aucune expérience sportive ou avec moins de pratique : Bianco et al. (2017) ; Brevers et al. (2018) ; Chavan et al. (2017) ; Chen et al. (2019) ; Di Russo et al. (2006) ; Elferink-Gemser et al. (2018) ; Hagyard et al. (2021) ; Martin et al. (2016) ; Nakamoto & Mori (2008a) ; Wang et al. (2013a) ; Wang et al. (2013b) ; Yamashiro et al. (2021) ; You et al. (2018) ; Zhang et al. (2015). Comme déjà évoqué dans le chapitre précédent, cette amélioration chez les athlètes est généralement reflétée au niveau comportemental par un RT diminué (= accélération des processus d'inhibition) et un plus petit nombre d'erreurs commises qui, selon Christ et al. (2001), constituent les deux indicateurs principaux pour évaluer la performance en inhibition comportementale. Par exemple, Zhang et al. (2015) ont montré à travers une tâche *Go/No-go* que des escrimeurs avec au moins 6 ans de pratique ont un RT plus court dans la condition *Go* et effectuent moins d'erreurs dans la modalité *No-go* que des non-athlètes n'ayant aucune expérience en escrime. Dans le même ordre d'idées, d'après l'étude de Martin et al. (2016), les cyclistes professionnels, ayant plus de 5 ans d'expérience en cyclisme et effectuant plus de 5 sessions d'entraînement par semaine, ont une diminution plus importante du RT au cours du temps et réalisent plus de réponses correctes par rapport aux cyclistes amateurs, ayant en moyenne 2 ans d'expérience en cyclisme et effectuant environ 3 sessions d'entraînement par semaine. Toutefois, dans le cas de 2 articles (Wang et al., 2013a ; Wang et al., 2013b), même si les joueurs de tennis ont été meilleurs en termes d'inhibition motrice que les sédentaires, aucune différence significative n'a été relevée entre nageurs et sédentaires, bien que les nageurs aient une quantité d'entraînement supérieure aux sédentaires. Cette constatation suggère, comme cela a été évoqué plus haut, qu'en plus de la quantité de pratique sportive il est également important de considérer le type de sport pratiqué. En effet, étant donné que la natation est un sport à habiletés fermées qui se déroule dans un environnement prévisible et stable, les processus d'inhibition sont beaucoup moins impliqués que dans le tennis qui est un sport à habiletés ouvertes caractérisé par un environnement imprévisible et changeant. Ainsi, même si les nageurs ont une quantité d'entraînement plus élevée que les sédentaires, le type de sport pourrait expliquer pourquoi ces deux groupes ne se distinguent pas dans leurs capacités d'inhibition motrice.

En revanche, dans 5 autres études sur les 20 (Chan et al., 2011 ; Liao et al., 2017 ; Meng et al., 2019 ; Van de Water et al., 2017 ; Yu et al., 2021), les résultats ont été différents que ceux obtenus par les 14 articles cités dans le paragraphe précédent. Plusieurs raisons possibles pourraient expliquer ce phénomène. Selon Van de Water et al. (2017), une raison possible pour laquelle aucune différence

significative n'a été détectée entre badistes élites et non-élites dans le contrôle inhibiteur est que le test utilisé - le BRIT - n'était pas en mesure de relever des différences entre les deux groupes. Une autre explication donnée par les mêmes auteurs est que les participants des deux groupes étaient trop homogènes en termes d'expertise sportive⁷. Quant à l'étude de Chan et al. (2011), les chercheurs supposent que les résultats n'ont pas montré une meilleure inhibition motrice chez les escrimeurs par rapport aux non-escrimeurs parce que la tâche *Go/No-go* n'était pas suffisamment difficile et stimulante pour pouvoir relever une différence d'inhibition entre les deux groupes.

Quant au nombre d'années de pratique, on peut constater que dans l'étude de Yu et al. (2021) ce facteur pourrait expliquer le fait de n'avoir pas montré une différence entre les groupes (taekwondoïstes vs nageurs vs non-athlètes) au niveau du SSRT, étant donné que dans cette étude le nombre d'années de pratique est très faible (au moins 2 ans de pratique). Mais cette hypothèse n'est pas confirmée par le fait que les études de Liao et al. (2017) et Meng et al. (2019) regroupent des athlètes avec un nombre d'années de pratique très élevé (11.2 respectivement 11.31 et 11.57) et similaire à Bianco et al. (2017) et Brevers et al. (2018) (deux études citées dans le paragraphe précédent). Par conséquent, nous pouvons suggérer qu'en plus du nombre d'années de pratique, d'autres facteurs sembleraient influencer les performances dans l'inhibition motrice. Par exemple, selon l'interprétation fournie par Liao et ses collaborateurs, les années d'éducation dans le groupe des non-athlètes pourrait aussi avoir une influence sur le contrôle inhibiteur.

Ainsi, cette réflexion suggère qu'il faut quand même un certain nombre d'années de pratique pour détecter des différences sur les performances d'inhibition motrice, toutefois il semble que le nombre d'années de pratique n'est pas le seul facteur qui influence les performances dans le contrôle inhibiteur.

Dans le cas spécifique d'une seule étude (Chiu et al., 2020), qui a comparé des basketteurs avec une position de jeu différente (*guards* vs *forwards*) mais ayant une différence d'années de pratique inférieure à 1 ans (*guards* : 7.22 ans vs *forwards* : 6.32 ans), les chercheurs n'ont trouvé aucune différence entre *guards* et *forwards* au niveau d'inhibition comportementale. Ce résultat suggère que du point de vue du poste de jeu en basketball, il n'y a pas une expertise différente en inhibition motrice. Pour ce qui concerne le nombre d'années de pratique, une raison possible pour expliquer ce résultat est due à l'homogénéité des deux groupes d'athlètes en termes d'années d'expérience en basketball.

⁷ En effet, Van de Water et al. (2017) expliquent que les badistes élites inclus dans leur étude ne faisaient pas partie des meilleurs joueurs du *ranking* mondial (classement supérieur à l'000) et présument que les compétences de ces participants ne correspondaient pas vraiment au niveau élite en badminton. En outre, ces auteurs précisent qu'un joueur de badminton d'élite doit être performant dans plusieurs domaines et supposent que les badistes élites recrutés étaient peut-être meilleurs que les badistes non-élites au niveau physique ou tactique, mais pas au niveau cognitif.

Dans le cas particulier de l'article de Hagyard et al. (2021), l'expertise athlétique s'est basée sur le modèle présenté par Swann et al. (2015) (plus haut niveau de performance des athlètes, succès et expérience au plus haut niveau, compétitivité du sport dans leur pays et dans le monde). Dans la première partie de cette étude, les participants avaient des niveaux différents d'expertise sportive : non-athlètes, novices, amateurs, élites, super-élites. Les résultats de l'analyse transversale ont montré une meilleure performance du contrôle inhibiteur dans les groupes experts (super-élites et élites) avec une diminution du SSRT, une augmentation des essais arrêtés avec succès (*successful stop trials*) et une diminution des erreurs commises durant le temps 1 de l'étude.

Dans la deuxième partie de l'étude, les participants pratiquaient exclusivement des *externally-paced sports* et étaient aussi subdivisés en différents niveaux d'expertise sportive : novices, amateurs, élites, super-élites. Ils avaient une expérience moyenne de jeu de 10.35 ans. Les résultats ont montré une relation positive entre arrêts réussis (*successful stops*) et performance sportive (évaluée par les notes des athlètes et des entraîneurs) (= plus le nombre d'arrêts réussis augmente, plus la performance sportive est meilleure), ainsi qu'une relation négative entre SSRT et performance sportive (= plus la valeur du SSRT diminue, plus la performance sportive est meilleure). Une augmentation des arrêts réussis et une diminution du SSRT indiquent un meilleur fonctionnement du contrôle inhibiteur.

D'après les conclusions de cet article, le contrôle inhibiteur augmente avec une plus grande expertise de l'athlète et est lié à la performance sportive.

4.2.2 Expertise des athlètes présentée sous une autre forme

Parmi les 26 études retenues de cette *scoping review*, 6 articles n'ont pas indiqué l'expertise des athlètes en valeurs quantitatives. Plus précisément, une seule étude (Chen & Muggleton, 2020) n'a donné aucune information concernant l'expertise des athlètes (tai chi), alors qu'un autre article (Nakamoto & Mori, 2008b) a mentionné le niveau de compétences des athlètes (basketteurs et baseballeurs), notamment en subdivisant chacun des deux groupes en *high-skill*, *medium-skill* et *low-skill*. En revanche, 4 études ont indiqué le niveau d'équipe auquel les athlètes appartiennent : dans l'article de Heppe et Zentgraf (2019) les handballeurs jouent dans la deuxième ligue en Allemagne ; chez Kida et al. (2005) les joueurs de tennis appartiennent à l'équipe japonaise *Kansai Student Tennis League* (étudiants universitaires), alors que les baseballeurs font partie : du niveau AAA (joueurs professionnels) ou de l'équipe japonaise *Kansai Big 6 Baseball League* (étudiants universitaires) ou de l'équipe japonaise *High School Baseball Federation* (étudiants lycéens) ; dans l'étude de Muraskin et al. (2015) les athlètes sont des joueurs de baseball collégiaux de division I ; chez Vestberg et al. (2012) les footballeurs et les footballeuses du groupe HD jouent dans les plus hautes ligues nationales suédoises, tandis que dans le groupe LD les joueurs

appartiennent à la division I suédoise et les joueuses à la deuxième division nationale.

Ainsi, cette constatation suggère que le fait d'indiquer la quantité de pratique sportive en valeurs numériques n'est pas le seul facteur qui détermine l'expertise d'un athlète, ce qui est également soutenu par Swann et al. (2015) à travers leur modèle présenté précédemment dans l'introduction. En effet, ces auteurs affirment que lorsqu'on compare des athlètes à l'intérieur du même sport, la notion d'expertise doit s'appuyer non seulement sur la quantité d'expérience acquise à ce niveau spécifique, mais aussi sur le niveau de performance le plus élevé des sportifs et leur succès à ce stade. Par contre, en cas de comparaison d'athlètes de différents sports, il faut prendre en compte la compétitivité globale du sport et celle dans le pays spécifique du sportif.

4.2.3 Âge de début d'entraînement et pratique polysportive

En plus de la quantité de pratique des athlètes, l'expertise sportive pourrait aussi dépendre d'autres facteurs difficilement contrôlables, tels que l'âge de début d'entraînement ou le passé sportif. D'après le tableau des résultats, 3 études ont indiqué la moyenne d'âge de début d'entraînement des athlètes : 10.1 ans (badistes) (Liao et al., 2017) ; 10.06 ans (badistes) et 10.83 ans (volleyeurs) (Meng et al., 2019) ; 8 ans (badistes élites) et 11 ans (badistes non-élites) (Van de Water et al., 2017). On peut constater que ces valeurs varient entre 8 et 11 ans, ce qui est pertinent pour certaines disciplines sportives mais considérablement tardif pour des sports à maturité précoce caractérisées par un aspect technique prédominant et une structure corporelle des athlètes fine et souple. En effet, selon Baker (2003), dans les sports où le plus haut niveau de performance est atteint au plus jeune âge, tels que la gymnastique rythmique et le patinage artistique, la spécialisation précoce est considérée comme une condition fondamentale. Pourtant, en ce qui concerne le contrôle inhibiteur, les résultats de l'article de Büning et al. (2021) ont montré que c'est plutôt la pratique polysportive qui permet d'améliorer les fonctions exécutives, y compris l'inhibition motrice, et la créativité. En effet, d'après ces auteurs, il faut privilégier les activités polysportives plutôt que la spécialisation précoce, afin de favoriser une meilleure adaptation cognitive. En outre, l'étude de Bedard et al. (2002), qui s'est intéressée au développement du contrôle inhibiteur au cours de la vie, a illustré via une tâche SST qu'il y a une accélération progressive du SSRT avec l'âge tout au long de l'enfance (entre 6 et 17 ans) et chez les jeunes adultes (entre 18 et 29 ans). Dans le même ordre d'idées, l'article de Christ et al. (2001) a affirmé que l'enfance est une période fondamentale pour le développement cognitif et du lobe frontal. En particulier, les résultats de cette étude ont montré, en analysant le contrôle inhibiteur au cours de l'enfance, que des enfants plus jeunes (< 11 ans) ont un temps de réponse d'inhibition plus lent que des enfants

plus âgés (≥ 11 ans). Cela suggère qu'il existe une période de vie plus propice au développement du contrôle inhibiteur qui se met en place avec l'âge.

Par conséquent, on peut supposer qu'une spécialisation précoce en sport n'ait pas forcément un impact efficace sur le contrôle inhibiteur. En effet, le contrôle inhibiteur semble plutôt s'améliorer au contact d'expérience motrice variée (avec par exemple la pratique polysportive) et les mécanismes d'inhibition motrice se développent progressivement tout au long de l'enfance et de la phase initiale de l'âge adulte. Pour cette raison, il est important de considérer l'expertise sportive en lien avec l'inhibition motrice dans une perspective plus large qui devrait aussi tenir compte du niveau atteint par les athlètes et des sports pratiqués pendant l'enfance.

Ainsi, l'analyse de l'ensemble de ce chapitre suggère que la relation entre expertise sportive et inhibition motrice dépend d'une quantité minimale de pratique pour devenir expert, toutefois cette quantité n'est pas fixe mais varie en fonction du type de sport et peut être influencée par d'autres facteurs difficilement contrôlables. Dans de futures recherches, il serait intéressant d'évaluer si la relation entre expertise sportive et inhibition motrice dépend du nombre d'années de pratique selon l'évolution technique de chaque sport, mais aussi du niveau atteint par les athlètes et des sports pratiqués pendant l'enfance.

4.3 Méthodologie

4.3.1 Les différentes tâches d'inhibition motrice

Selon le tableau des résultats, les tâches d'inhibition motrice utilisées sont *Go/No-go* (13 articles), SST (10 articles), *Stroop colour-word task* (1 article) et D-KEFS (DFT et CWIT : 2 articles). Ainsi, on peut constater qu'il y a une prédominance notable des tâches *Go/No-go* et SST. En effet, d'après Littman et Takács (2017), bien que la suppression d'une réponse motrice puisse se produire dans plusieurs tâches, elle est fréquemment évaluée par les modèles *Go/No-go* et SST. Par exemple, Chavan et al. (2017) ont montré à travers une tâche *Go/No-go* que les escrimeurs présentent un RT plus court que les non-athlètes. Dans le même ordre d'idées, Chen et al. (2019) ont illustré via une SST et une CST que les joueurs de badminton sont plus rapides dans l'inhibition de la réponse motrice par rapport aux non-athlètes dans *change-RT* et *change-signal RT* (CSRT).

Pourtant, dans 5 études issues de cette recherche les résultats ont été différents : Chan et al. (2011) n'ont trouvé aucune différence significative entre des escrimeurs et des non-escrimeurs dans *Go/No-go RT* et erreurs de commission ; dans Chiu et al. (2020) il n'y a eu aucune différence significative entre des basketteurs *guards* et *forwards* à la suite d'une tâche *Go/No-go* au niveau comportemental ; Liao et al. (2017) n'ont détecté aucune différence significative entre des badistes professionnels et des non-athlètes dans le RT et la précision

après une SST ; Van de Water et al. (2017) n'ont montré aucune différence significative entre des badistes élites et non-élites à la suite du BRIT (variante de la SST) ; dans Yu et al. (2021) il n'y a eu aucune différence significative entre des athlètes (taekwondo et natation) et des non-athlètes pour certaines des valeurs analysées après une tâche *Flanker/stop-signal*.

Ainsi, ces résultats suggèrent deux aspects intéressants concernant la relation entre expertise sportive et inhibition motrice. Premièrement, il n'est pas possible d'affirmer que toutes les tâches *Go/No-go* ou SST ont montré des effets significatifs quelle que soit l'étude. Deuxièmement, il n'y a pas une évidence nette pour montrer que certains tests sont plus adaptés que d'autres pour mettre en évidence des différences d'inhibition motrice.

4.3.2 Authenticité des tâches d'inhibition de laboratoire dans le domaine sportif

L'analyse des études sélectionnées dans cette *scoping review* révèle que 4 articles ont évalué l'inhibition motrice avec des stimuli spécifiques au sport étudié : Muraskin et al. (2015) ; Nakamoto & Mori (2008a) ; Nakamoto & Mori (2008b) ; Van de Water et al. (2017). Plus précisément, les 3 premières études ont utilisé une tâche *Go/No-go* avec des stimuli spécifiques au baseball. Pourtant, étant donné que ces stimuli étaient des images fixes d'ordinateur, on peut présumer qu'ils ne correspondaient pas à des vrais scénarios en baseball et qu'ils étaient loin de représenter la réalité.

Dans le cas particulier de l'article de Van de Water et al. (2017), les chercheurs ont utilisé une *domain-general* SST et une *badminton-specific* SST (ces deux tâches faisant partie du BRIT). La première était caractérisée par une procédure similaire à la SST présentée par Logan et Cowan (1984) et a permis d'évaluer le *domain-general inhibitory control* (DGIC). Cette tâche impliquait des *go-stimuli* (« cyclistes de bande dessinée » orientés à droite ou à gauche) et des *stop-stimuli* (croix rouge) représentés sur l'écran d'un ordinateur. Lorsqu'un *go-stimulus* apparaissait, les participants (badistes élites et non-élites) devaient répondre le plus rapidement possible en appuyant sur la touche correcte (droite ou gauche) du clavier avec l'index. En revanche, à chaque fois qu'un *stop-stimulus* se présentait de manière inattendue à la place du *go-stimulus* après un certain délai, la réponse motrice devait être inhibée. Quant à la *badminton-specific* SST, les participants étaient positionnés devant un mur avec trois lumières et devaient, une fois la lumière allumée au centre du mur (rose ou jaune), désactiver la lumière correcte à droite (rose) ou à gauche (jaune) en faisant des mouvements et des positions spécifiques au badminton. Mais si au moment de se déplacer à droite ou à gauche les trois lumières s'allumaient en rouge de façon inattendue, la réponse motrice devait être inhibée et les participants ne devaient pas désactiver la lumière. Cette procédure a permis d'évaluer le *badminton-specific inhibitory control* (BSIC). Toutefois, les résultats de cette étude n'ont montré aucune différence entre badistes élites et non-élites au niveau du DGIC et du

BSIC, ce qui indique qu'il n'y a pas de distinction entre la SST générale et la SST spécifique au badminton.

Ainsi, pour assurer la solidité du lien entre expertise sportive et inhibition motrice, cette réflexion met en question la pertinence des tâches d'inhibition de laboratoire dans le domaine sportif et suggère, dans de futures recherches, la mise en place de plans expérimentaux plus authentiques, afin que les réponses motrices des athlètes imitent réellement celles utilisées sur le terrain de jeu.

4.3.3 Mêmes processus d'inhibition impliqués dans les différentes tâches ?

De plus, il est important de se demander si les différentes tâches évaluent les mêmes processus d'inhibition. Par exemple, Raud et al. (2020) mentionnent que les tâches *Go/No-go* et SST sont souvent utilisées de façon interchangeable pour détecter les différences individuelles en termes d'inhibition. Pourtant, ces auteurs ont montré que SST et *Go/No-go* semblent impliquer des mécanismes neuronaux différents, ce qui suggère que l'utilisation interchangeable de ces deux tâches n'est pas pertinente. Dans le même ordre d'idées, selon les résultats de Littman et Takács (2017), les tâches *Go/No-go* et SST n'emploient pas les mêmes processus d'inhibition, ce qui indique la nécessité d'étudier en détail les mécanismes d'inhibition impliqués dans chacune des tâches.

Ainsi, dans de futures recherches, étant donné l'existence de plusieurs tâches d'inhibition motrice au sein de la littérature scientifique, il serait fondamental de bien clarifier les processus d'inhibition impliqués dans chaque test, ce qui permettrait de mieux décrire la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

4.3.4 Prise en compte d'autres facteurs méthodologiques

En outre, il n'est pas à exclure que d'autres aspects méthodologiques pourraient aussi y avoir une influence sur les résultats obtenus, tels que la tranche d'âge ou le sexe des participants.

À propos de l'âge, dans 24 études la plupart des participants avaient autour de 20 ans (tranche d'âge entre 18 et 29.4 ans), à l'exception de 2 articles dans lesquels les sujets étaient plus âgés (Chen & Muggleton, 2020 : Mâge entre 53 et 55 ans) ou plus jeunes (Elferink-Gemser et al., 2018 : Mâge de 15.6 et 15.9 ans). Or, dans cette *scoping review* les résultats obtenus en termes d'inhibition motrice sont principalement représentatifs pour cette tranche d'âge spécifique d'athlètes (entre 18 et 29.4 ans), mais il serait pertinent dans de futures recherches de vérifier leur validité aussi pour plusieurs groupes de sportifs plus jeunes ou plus âgés, ce qui aiderait à affiner la solidité du lien entre expertise sportive et inhibition motrice.

Quant au sexe, le tableau des résultats montre que dans 10 études de cette recherche l'échantillon est exclusivement constitué d'hommes. Une raison possible pourrait être due à l'homogénéité de l'échantillon. Par conséquent, il faut être prudent à tirer les mêmes conclusions pour les femmes qui pourraient présenter des processus d'inhibition différents par rapport aux hommes selon le sport pratiqué. À cet égard, Mansouri et al. (2016) ont montré une différence significative entre hommes et femmes après un entraînement de SST : les femmes avaient nettement amélioré leur capacité à inhiber une réponse motrice comparées aux hommes. D'une manière analogue, les résultats de l'étude de Sjoberg et Cole (2018) ont illustré à travers une tâche *Go/No-go* que les femmes sont plus performantes dans l'inhibition de la réponse motrice que les hommes. Or, ces constats suggèrent la nécessité dans de futures recherches en sciences du sport de mieux approfondir et clarifier les différences entre femmes et hommes en termes du contrôle inhibiteur, vu que le sexe pourrait également influencer les résultats qui décrivent la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

4.4 Type de mesure de l'inhibition motrice (comportementale et cérébrale)

Comme mentionné précédemment, le contrôle inhibiteur peut être entraîné et/ou évalué au niveau comportemental par différentes tâches d'inhibition motrice et également associé à des mesures de l'activité cérébrale, à savoir l'EEG et l'IRMf. D'après le tableau des résultats, 11 études ont effectué des mesures comportementales et cérébrales, dont un seul article en utilisant l'IRMf (Chavan et al., 2017) et 10 études l'EEG : Bianco et al. (2017) ; Chen & Muggleton (2020) ; Chen et al. (2019) ; Chiu et al. (2020) ; Di Russo et al. (2006) ; Muraskin et al. (2015) ; Nakamoto & Mori (2008a) ; Yamashiro et al. (2021) ; You et al. (2018) ; Zhang et al. (2015).

Les analyses au niveau cérébral sont utiles pour confirmer que des changements sont opérés au niveau des réseaux impliqués dans l'inhibition motrice et pour mieux comprendre les mécanismes d'apprentissage. Sur la base des 11 études ayant aussi réalisé une analyse de l'activité cérébrale, on peut affirmer de manière générale que les réseaux neuronaux de l'inhibition sont différents entre athlètes et non-athlètes. Toutefois, dans ce travail, il ne s'agit pas d'analyser et de comprendre en détail les résultats neuronaux obtenus par ces 11 articles, vu que cela nécessiterait un approfondissement du sujet bien plus étendu et complet. Il est quand même intéressant de réfléchir sur les plans expérimentaux utilisés dans les études de cette *scoping review*, afin de mieux décrire la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

Dans l'article de Spierer et al. (2013), qui s'est intéressé à la plasticité cérébrale induite par l'entraînement du contrôle inhibiteur, les auteurs ont souligné l'importance dans de futures études d'examiner l'interaction entre la durée et la persistance des effets de l'entraînement. À cet égard, d'après le tableau des résultats de cette recherche, seuls 3 articles ont également intégré dans leur recherche une analyse longitudinale des données : Hagyard et al. (2021) ; Kida et al. (2005) ; Vestberg et al. (2012). En revanche, les 23 autres articles ont mis en place un design transversal, ce qui ne permet pas toutefois de savoir si les personnes ont développé de bonnes capacités d'inhibition avec leur pratique sportive ou si elles étaient déjà performantes.

Ainsi, même en étant plus difficiles à mettre en place, il serait important dans de futures recherches en sciences du sport de réaliser plus d'études longitudinales qui vont suivre l'évolution du contrôle inhibiteur des athlètes à long terme, dans le but de détecter de façon progressive les changements comportementaux et cérébraux qui se produisent chez les participants et de mettre en avant les liens entre expertise sportive et inhibition motrice.

5. Limites et perspectives futures

5.1 Limites de ma recherche

Premièrement, cette *scoping review* n'a pas analysé en détail les résultats neuronaux obtenus par les études sélectionnées, vu que cela nécessiterait une meilleure compréhension des mesures de l'activité cérébrale (EEG et IRMf) et un approfondissement de la littérature beaucoup plus vaste. Pourtant, plusieurs réflexions sur la relation entre expertise sportive et inhibition motrice ont été présentées et discutées dans le but d'inciter les chercheurs, dans de futures recherches en sciences du sport, à mieux clarifier la thématique et à faire progresser les connaissances scientifiques en termes du contrôle inhibiteur.

Deuxièmement, pour la réalisation de cette *scoping review*, seules les études scientifiques en anglais ont été sélectionnées, vu que l'anglais constitue actuellement la langue scientifique officielle. Toutefois, l'existence d'articles dans d'autres langues concernant cette thématique spécifique n'est pas à exclure. En outre, pour m'exprimer de manière pertinente et assurer une bonne compréhension de cette *scoping review*, la rédaction de cette recherche a été effectuée en français, même si les études sélectionnées sont écrites en anglais. Cet aspect pourrait constituer une limite, puisque le sens de certains mots dans ces deux langues peut légèrement varier en fonction du contexte.

Troisièmement, comme la recherche documentaire pour réaliser cette *scoping review* a terminé le 28 octobre 2021, il ne faut pas exclure une possible publication d'autres études à ce sujet au-delà de cette date.

5.2 Perspectives futures

La réalisation de cette *scoping review* a suscité plusieurs réflexions sur la relation entre expertise sportive et inhibition motrice qui ouvrent des pistes pour de futures recherches. Dans ce chapitre, il s'agit de rassembler et de présenter une synthèse des perspectives principales dans chacun des quatre facteurs analysés, dont la plupart ont déjà été mentionnées au cours de la discussion.

En ce qui concerne le facteur du type de sport (1), il serait intéressant d'évaluer le contrôle inhibiteur dans d'autres catégories de sport telles que les sports artistiques ou de cible, afin de vérifier la pertinence de la classification en sports à habiletés ouvertes vs fermées (*open vs closed skill sports*) pour expliquer le lien entre expertise sportive et inhibition motrice.

Quant au facteur de la quantité de pratique sportive (2), une définition plus précise d'expertise sportive pourrait mieux classer les athlètes en fonction de

leur niveau de performance et expliciter plus clairement le lien entre expertise sportive et inhibition motrice.

De plus, il serait opportun d'évaluer si la relation entre expertise sportive et inhibition motrice dépend du nombre d'années de pratique selon l'évolution technique de chaque sport, mais aussi du niveau atteint par les athlètes et des sports pratiqués pendant l'enfance.

Concernant le facteur de méthodologie (3), pour assurer la solidité du lien entre expertise sportive et inhibition motrice, il serait important d'évaluer la pertinence des tâches d'inhibition de laboratoire dans le domaine sportif et de mettre en place des plans expérimentaux plus authentiques, afin que les réponses motrices des athlètes imitent réellement celles utilisées sur le terrain de jeu.

En outre, étant donné l'existence de plusieurs tâches d'inhibition motrice au sein de la littérature scientifique, il serait fondamental de bien clarifier les processus d'inhibition impliqués dans chaque test, ce qui permettrait de mieux décrire la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

De plus, par rapport aux participants, il serait utile d'évaluer le contrôle inhibiteur sur une tranche d'âge plus large de la population d'athlètes, ainsi que de mieux approfondir et clarifier dans le domaine du sport les différences entre femmes et hommes en termes du contrôle inhibiteur, ce qui aiderait à affiner la solidité du lien entre expertise sportive et inhibition motrice.

En ce qui concerne le facteur du type de mesure (comportementale et cérébrale) (4), il serait essentiel de réaliser plus d'études longitudinales qui vont suivre l'évolution du contrôle inhibiteur des athlètes à long terme, dans le but de détecter de façon progressive les changements comportementaux, structurels et fonctionnels qui se produisent chez les participants et de mieux comprendre les liens entre expertise sportive et inhibition motrice.

6. Conclusion

En conclusion, cette *scoping review* a permis de faire une synthèse des études scientifiques réalisées sur la relation entre expertise sportive et inhibition motrice. Cette recherche a été effectuée en utilisant les moteurs de recherche *PubMed*, *Web of Science*, *ScienceDirect* et *APA PsycNet* avec une combinaison prédéfinie de mots-clés. Au total, 26 études ont été retenues et analysées. Tous les articles sélectionnés ont été publiés entre 2005 et 2021. Une attention particulière a été portée pour comprendre la relation entre inhibition motrice et (1) type de sport, (2) quantité de pratique sportive, (3) méthodologie et (4) type de mesure (comportementale et cérébrale). À partir du moment où la littérature a montré que le contrôle inhibiteur pouvait être entraînable, ce phénomène a suscité un plus grand intérêt parmi les chercheurs. En particulier, les sports qui évoluent rapidement dans un environnement imprévisible et complexe constituent un domaine pertinent pour évaluer et/ou entraîner à long terme l'inhibition motrice chez les athlètes.

De manière générale, les résultats principaux de cette *scoping review* ont montré que les athlètes présentent des processus d'inhibition plus rapides que les non-athlètes, reflétés par un RT diminué chez les athlètes, alors qu'au niveau des erreurs de commission il n'y a souvent pas une différence significative entre les groupes. Toutefois, dans certaines études, les athlètes ont tendance à effectuer également un plus petit nombre d'erreurs par rapport aux non-athlètes.

En ce qui concerne le facteur du type de sport (1), cette *scoping review* a mis en avant que les sports à habiletés ouvertes sont privilégiés dans les études pour étudier la relation entre expertise sportive et inhibition motrice, car ces sports ont des caractéristiques qui favorisent l'évolution des mécanismes d'inhibition motrice. Pourtant, cette recherche présume qu'il n'est pas suffisant de traiter cette problématique avec ces types de sport et pose la question de la pertinence de la classification couramment utilisée entre sports à habiletés ouvertes et sports à habiletés fermées (*open vs closed skill sports*) pour investiguer le lien entre expertise sportive et inhibition motrice.

Quant au facteur de la quantité de pratique sportive (2), cette *scoping review* a révélé que la relation entre expertise sportive et inhibition motrice dépend d'une quantité minimale de pratique pour devenir expert, toutefois cette quantité n'est pas fixe mais varie en fonction du type de sport et peut être influencée par d'autres facteurs difficilement contrôlables, tels que l'âge de début d'entraînement ou le passé sportif. À cet égard, cette recherche suppose qu'une spécialisation précoce en sport n'ait pas forcément un impact efficace sur le contrôle inhibiteur, étant donné que le contrôle inhibiteur semble plutôt s'améliorer au contact d'expérience motrice variée (avec par exemple la pratique

polysportive) et que les mécanismes d'inhibition motrice se développent progressivement tout au long de l'enfance et de la phase initiale de l'âge adulte.

Concernant le facteur de méthodologie (3), cette *scoping review* a mis en évidence que les tâches *Go/No-go* et SST sont prédominantes dans les études pour étudier la relation entre expertise sportive et inhibition motrice. Toutefois, cette recherche a relevé deux aspects intéressants : d'une part, il n'est pas possible d'affirmer que toutes les tâches *Go/No-go* ou SST ont montré des effets significatifs quelle que soit l'étude ; d'autre part, il n'y a pas une évidence nette pour montrer que certains tests sont plus adaptés que d'autres pour mettre en évidence des différences d'inhibition motrice.

En ce qui concerne le facteur du type de mesure (comportementale et cérébrale) (4), cette *scoping review* a mis en avant que les analyses au niveau cérébral sont utiles pour confirmer que des changements sont opérés au niveau des réseaux impliqués dans l'inhibition motrice et pour mieux comprendre les mécanismes d'apprentissage. Sur la base des études ayant aussi réalisé une analyse de l'activité cérébrale, cette recherche a constaté que, de manière générale, les réseaux neuronaux de l'inhibition sont différents entre athlètes et non-athlètes. Toutefois, peu d'études longitudinales ont été réalisées pour investiguer la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

Enfin, sur la base de ces résultats, cette *scoping review* a permis de mettre en évidence les caractéristiques présentes et manquantes de la littérature actuelle concernant la relation entre expertise sportive et inhibition motrice et de proposer des pistes pour de futures recherches. En particulier, cette recherche a suscité plusieurs questionnements sur le lien entre expertise sportive et inhibition motrice et souligne l'importance, à l'avenir, d'effectuer plus d'études longitudinales pour mieux analyser les changements des performances d'inhibition motrice avec l'augmentation de la pratique sportive et, par conséquent, de mieux décrire la relation entre expertise sportive et inhibition motrice.

7. Références bibliographiques

7.1 Articles

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies : Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32.
<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>

Aron, A. R. (2007). The Neural Basis of Inhibition in Cognitive Control. *The Neuroscientist*, 13(3), 214-228. <https://doi.org/10.1177/1073858407299288>

Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(4), 170-177.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.02.010>

Baker, J. (2003). Early Specialization in Youth Sport : A requirement for adult expertise ? *High Ability Studies*, 14, 85-94.
<https://doi.org/10.1080/13598130304091>

Baker, J., Horton, S., Robertson-Wilson, J., & Wall, M. (2003). Nurturing sport expertise : factors influencing the development of elite athlete. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2(1), 1-9.

Bedard, A.-C., Nichols, S., Barbosa, J. A., Schachar, R., Logan, G. D., & Tannock, R. (2002). The Development of Selective Inhibitory Control Across the Life Span. *Developmental Neuropsychology*, 21(1), 93-111.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN2101_5

Bianco, V., Di Russo, F., Perri, R. L., & Berchicci, M. (2017). Different proactive and reactive action control in fencers' and boxers' brain. *Neuroscience*, 343, 260-268.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.12.006>

Brevers, D., Dubuisson, E., Dejonghe, F., Dutrieux, J., Petieau, M., Cheron, G., Verbanck, P., & Foucart, J. (2018). Proactive and Reactive Motor Inhibition in Top Athletes Versus Nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 125(2), 289-312.
<https://doi.org/10.1177/0031512517751751>

Büning, C., Jürgens, L., & Lausberg, H. (2021). Divergent learning experiences in sports enhance cognitive executive functions and creativity in students. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 26(4), 402-416.
<https://doi.org/10.1080/17408989.2020.1812056>

Chan, J. S. Y., Wong, A. C. N., Liu, Y., Yu, J., & Yan, J. H. (2011). Fencing expertise and physical fitness enhance action inhibition. *Psychology of Sport and Exercise*, 12(5), 509-514. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2011.04.006>

Chavan, C., Mouthon, M., Simonet, M., Hoogewoud, H.-M., Draganski, B., Van der Zwaag, W., & Spierer, L. (2017). Sustained enhancements in inhibitory control depend primarily on the reinforcement of fronto-basal anatomical connectivity. *Brain Structure and Function*, 222(1), 635-643. <https://doi.org/10.1007/s00429-015-1156-y>

Chen, C.-Y., & Muggleton, N. G. (2020). Electrophysiological investigation of the effects of Tai Chi on inhibitory control in older individuals. *Progress in Brain Research*, 253, 229-242. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2020.05.031>

Chen, J., Li, Y., Zhang, G., Jin, X., Lu, Y., & Zhou, C. (2019). Enhanced inhibitory control during re-engagement processing in badminton athletes : An event-related potential study. *Journal of Sport and Health Science*, 8(6), 585-594. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.05.005>

Chiu, Y.-K., Pan, C.-Y., Chen, F.-C., Tseng, Y.-T., & Tsai, C.-L. (2020). Behavioral and Cognitive Electrophysiological Differences in the Executive Functions of Taiwanese Basketball Players as a Function of Playing Position. *Brain Sciences*, 10(6), 387. <https://doi.org/10.3390/brainsci10060387>

Christ, S. E., White, D. A., Mandernach, T., & Keys, B. A. (2001). Inhibitory Control Across the Life Span. *Developmental Neuropsychology*, 20(3), 653-669. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2003_7

Debarnot, U., Sperduti, M., Di Rienzo, F., & Guillot, A. (2014). Experts bodies, experts minds : How physical and mental training shape the brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(280). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00280>

Di Russo, F., Taddei, F., Apnile, T., & Spinelli, D. (2006). Neural correlates of fast stimulus discrimination and response selection in top-level fencers. *Neuroscience Letters*, 408(2), 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.08.085>

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Donders, F. C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412-431. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(69\)90065-1](https://doi.org/10.1016/0001-6918(69)90065-1)

Elferink-Gemser, M. T., Faber, I. R., Visscher, C., Hung, T.-M., de Vries, S. J., & Nijhuis-Van der Sanden, M. W. G. (2018). Higher-level cognitive functions in Dutch elite and sub-elite table tennis players. *Plos One*, *13*(11), e0206151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206151>

Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, *16*(1), 143-149. <https://doi.org/10.3758/BF03203267>

Falkenstein, M., Hoormann, J., & Hohnsbein, J. (1999). ERP components in Go/Nogo tasks and their relation to inhibition. *Acta Psychologica*, *101*(2-3), 267-291. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00008-6](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00008-6)

Gu, Q., Zou, L., Loprinzi, P. D., Quan, M., & Huang, T. (2019). Effects of Open Versus Closed Skill Exercise on Cognitive Function : A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1707. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01707>

Hagyard, J., Brimmell, J., Edwards, E. J., & Vaughan, R. S. (2021). Inhibitory Control Across Athletic Expertise and Its Relationship With Sport Performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *43*(1), 14-27. <https://doi.org/10.1123/jsep.2020-0043>

Hartmann, L., Sallard, E., & Spierer, L. (2016). Enhancing frontal top-down inhibitory control with Go/NoGo training. *Brain Structure and Function*, *221*(7), 3835-3842. <https://doi.org/10.1007/s00429-015-1131-7>

Heppe, H., & Zentgraf, K. (2019). Team Handball Experts Outperform Recreational Athletes in Hand and Foot Response Inhibition : A Behavioral Study. *Frontiers in Psychology*, *10*, 971. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00971>

Kelly, A. M. C., & Garavan, H. (2005). Human Functional Neuroimaging of Brain Changes Associated with Practice. *Cerebral Cortex*, *15*(8), 1089-1102. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi005>

Kida, N., Oda, S., & Matsumura, M. (2005). Intensive baseball practice improves the Go/Nogo reaction time, but not the simple reaction time. *Cognitive Brain Research*, *22*(2), 257-264. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.09.003>

Ko, L.-W., Shih, Y.-C., Chikara, R. K., Chuang, Y.-T., & Chang, E. C. (2016). Neural Mechanisms of Inhibitory Response in a Battlefield Scenario : A Simultaneous fMRI-EEG Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*(185). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00185>

Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1998). Brain plasticity and behavior. *Annual Review of Psychology*, 49, 43-64. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.43>

Liao, K.-F., Meng, F.-W., & Chen, Y.-L. (2017). The relationship between action inhibition and athletic performance in elite badminton players and non-athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(3), 574-581. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.123.02>

Littman, R., & Takács, Á. (2017). Do all inhibitions act alike ? A study of go/no-go and stop-signal paradigms. *Plos One*, 12(10), e0186774. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186774>

Livingston, L., & Forbes, S. (2016). Factors contributing to the retention of Canadian amateur sport officials : Motivations, perceived organizational support, and resilience. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(3), 342-355. <https://doi.org/10.1177/1747954116644061>

Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action : A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295-327. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.91.3.295>

Logan, G. D., Cowan, W. B., & Davis, K. A. (1984). On the ability to inhibit simple and choice reaction time responses : A model and a method. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 10(2), 276-291. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.10.2.276>

MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect : An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163-203. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>

Mansouri, F. A., Fehring, D. J., Gaillard, A., Jaberzadeh, S., & Parkinson, H. (2016). Sex dependency of inhibitory control functions. *Biology of Sex Differences*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s13293-016-0065-y>

Manuel, A. L., Bernasconi, F., & Spierer, L. (2013). Plastic modifications within inhibitory control networks induced by practicing a stop-signal task : An electrical neuroimaging study. *Cortex*, 49(4), 1141-1147. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.12.009>

Martin, K., Staiano, W., Menaspà, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R., Thompson, K. G., Martin, D., Halson, S., & Rattray, B. (2016). Superior Inhibitory Control and Resistance to Mental Fatigue in Professional Road Cyclists. *Plos One*, 11(7), e0159907. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159907>

Meng, F.-W., Yao, Z.-F., Chang, E. C., & Chen, Y.-L. (2019). Team sport expertise shows superior stimulus-driven visual attention and motor inhibition. *Plos One*, 14(5), e0217056. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217056>

Muraskin, J., Sherwin, J., & Sajda, P. (2015). Knowing when not to swing : EEG evidence that enhanced perception-action coupling underlies baseball batter expertise. *NeuroImage*, 123, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.08.028>

Nakamoto, H., & Mori, S. (2008a). Effects of stimulus-response compatibility in mediating expert performance in baseball players. *Brain Research*, 1189, 179-188. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.10.096>

Nakamoto, H., & Mori, S. (2008b). Sport-specific decision-making in a Go/NoGo reaction task : Difference among nonathletes and baseball and basketball players. *Perceptual and Motor Skills*, 106(1), 163-170.
<https://doi.org/10.2466/pms.106.1.163-170>

Neumann, N., Lotze, M., & Eickhoff, S. B. (2016). Cognitive Expertise : An ALE Meta-Analysis. *Human Brain Mapping*, 37(1), 262-272.
<https://doi.org/10.1002/hbm.23028>

Raud, L., Westerhausen, R., Dooley, N., & Huster, R. J. (2020). Differences in unity : The go/no-go and stop signal tasks rely on different mechanisms. *NeuroImage*, 210, 116582. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116582>

Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the Interaction between Different Perceptual-Cognitive Skills : Implications for Testing and Training. *Frontiers in Psychology*, 7(792).
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2016.00792>

Sargeant, J. M., & O'Connor, A. M. (2020). Scoping Reviews, Systematic Reviews, and Meta-Analysis : Applications in Veterinary Medicine. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00011>

Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing : I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1-66. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.1.1>

Sjoberg, E. A., & Cole, G. G. (2018). Sex Differences on the Go/No-Go Test of Inhibition. *Archives of Sexual Behavior*, 47(2), 537-542.
<https://doi.org/10.1007/s10508-017-1010-9>

Spierer, L., Chavan, C. F., & Manuel, A. L. (2013). Training-induced behavioral and brain plasticity in inhibitory control. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 427. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00427>

Swann, C., Moran, A., & Piggott, D. (2015). Defining elite athletes : Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.07.004>

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., Lewin, S., Godfrey, C. M., Macdonald, M. T., Langlois, E. V., Soares-Weiser, K., Moriarty, J., Clifford, T., Tunçalp, Ö., & Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>

Van de Water, T., Huijgen, B., Faber, I., & Elferink-Gemser, M. (2017). Assessing Cognitive Performance in Badminton Players : A Reproducibility and Validity Study. *Journal of Human Kinetics*, 55, 149-159. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0014>

Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. *Plos One*, 7(4), e34731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034731>

Walsh, V. (2014). Is sport the brain's biggest challenge ? *Current Biology*, 24(18), R859-R860. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.08.003>

Wang, C.-H., Chang, C.-C., Liang, Y.-M., Shih, C.-M., Chiu, W.-S., Tseng, P., Hung, D. L., Tzeng, O. J. L., Muggleton, N. G., & Juan, C.-H. (2013a). Open vs. Closed skill sports and the modulation of inhibitory control. *Plos One*, 8(2), e55773. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055773>

Wang, C.-H., Chang, C.-C., Liang, Y.-M., Shih, C.-M., Muggleton, N. G., & Juan, C.-H. (2013b). Temporal preparation in athletes : A comparison of tennis players and swimmers with sedentary controls. *Journal of Motor Behavior*, 45(1), 55-63. <https://doi.org/10.1080/00222895.2012.740522>

Wessel, J. R., & Aron, A. R. (2017). On the Globality of Motor Suppression : Unexpected Events and Their Influence on Behavior and Cognition. *Neuron*, 93(2), 259-280. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.12.013>

Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93-112. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>

Yamashiro, K., Yamazaki, Y., Siiya, K., Ikarashi, K., Baba, Y., Otsuru, N., Onishi, H., & Sato, D. (2021). Modality-specific improvements in sensory processing among baseball players. *Scientific Reports*, 11(1), 2248. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81852-x>

Yongtawee, A., Park, J., Kim, Y., & Woo, M. (2021). Athletes have different dominant cognitive functions depending on type of sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2021.1956570>

You, Y., Ma, Y., Ji, Z., Meng, F., Li, A., & Zhang, C. (2018). Unconscious response inhibition differences between table tennis athletes and non-athletes. *PeerJ*, 6, e5548. <https://doi.org/10.7717/peerj.5548>

Yu, C.-C., Muggleton, N. G., Chen, C.-Y., Ko, C.-H., & Liu, S. (2021). The comparisons of inhibitory control and post-error behaviors between different types of athletes and physically inactive adults. *Plos One*, 16(8), e0256272. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256272>

Zhang, D., Ding, H., Wang, X., Qi, C., & Luo, Y. (2015). Enhanced response inhibition in experienced fencers. *Scientific Reports*, 5, 16282. <https://doi.org/10.1038/srep16282>

7.2 Site web

Comité International Olympique – Olympics (2021). *Sports Olympiques*. Accès <https://olympics.com/fr/sports/>