



**HAL**  
open science

# Intérêt de la sport concussion assessment tool dans le diagnostic des commotions cérébrales chez le sportif

Camille Chapelle

► **To cite this version:**

Camille Chapelle. Intérêt de la sport concussion assessment tool dans le diagnostic des commotions cérébrales chez le sportif. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04754141

**HAL Id: dumas-04754141**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04754141v1>**

Submitted on 20 Nov 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ  
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION  
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**INTÉRÊT DE LA SPORT CONCUSSION  
ASSESSMENT TOOL DANS LE DIAGNOSTIC  
DES COMMOTIONS CÉRÉBRALES CHEZ LE  
SPORTIF**

**CHAPELLE Camille**

**Directeur de mémoire: M. HOUDANT Benjamin**

## REMERCIEMENTS

Je tiens en premier lieu à remercier Mr. Houdant, mon professeur et directeur de mémoire, pour m'avoir accompagné avec beaucoup de bienveillance pendant mes quatre années de formation. On croise sur le chemin de notre scolarité des enseignants qui nous marquent et il en fait partie.

Je remercie Antoine Berte et Valentin Verghote, deux masseurs-kinésithérapeutes au dévouement extraordinaire, qui m'ont accordé de leur temps précieux dès que j'en avais besoin. Et tout ça, en l'échange de seulement quelques bières et une bouteille de rhum.

Je remercie tous mes amis de corpo d'avoir rendu mes années d'études encore plus belles et de m'avoir offert des souvenirs inoubliables .

Petit clin d'œil à Cloé, ma binôme du début à la fin, avec qui j'ai partagé beaucoup de joie, d'amour, de TP massage très agréables et des rétro-plannings mal gérés.

Je remercie ma famille, mon frère, mes grands-parents pour tout l'amour et le soutien qu'ils me témoignent ; ma cousine Isabelle qui depuis le début de ma scolarité (première année de maternelle) vit mes examens avec autant d'intensité que moi.

Je finirai paradoxalement mes remerciements par ceux qui sont à l'origine du commencement.

Merci à mes parents de m'avoir donné toutes les chances et mise dans les meilleures conditions pour m'aider à devenir ce que je voulais être, kiné.

# Table des matières

1	Introduction .....	1
1.1	La commotion cérébrale : contexte et problématique .....	1
1.2	La commotion cérébrale : définition .....	2
1.3	Épidémiologie .....	3
1.4	Activité neuronale et physiopathologie de la commotion cérébrale .....	5
1.5	Signes et symptômes de la commotion cérébrale .....	7
1.6	Diagnostic et pronostic de la commotion cérébrale .....	7
1.7	La prise en charge.....	9
1.8	Les complications à court et long terme .....	12
1.9	La prévention.....	13
1.10	Les tests et outils d'évaluation des commotions cérébrales.....	13
1.10.1	La Glasgow Outcome Scale (GOS).....	13
1.10.2	L'échelle post concussion symptom scale (PCSS) .....	14
1.10.3	L'échelle post concussion symptom inventory (PCSI).....	14
1.10.4	La Buffalo concussion treadmill test (BCTT) .....	14
1.11	Head Injury Assessment (HIA) .....	15
1.12	Le Sport Concussion Assessment Tool (SCAT) .....	16
1.13	Le rôle du masseur-kinésithérapeute dans le monde du sport.....	20
1.14	Données clinimétriques étudiées .....	21
1.15	Intérêt et objectif de cette revue de littérature.....	22
2	Méthode .....	24
2.1	Protocole .....	24
2.2	Critère d'éligibilité .....	24
2.2.1	Critères d'inclusion.....	25
2.2.2	Critères d'exclusion.....	25
2.3	Méthodologie de recherche des études.....	25
2.3.1	Equation de recherche soumise dans la base de donnée PubMed .....	26
2.3.2	Equation de recherche soumise dans la base de donnée Google scholar .....	26
2.4	Méthode d'extraction et d'analyse des données .....	26
2.4.1	Méthode de sélection des études.....	26
2.4.2	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	27

2.4.2.1	Evaluation des biais par la QUADAS-2 .....	27
2.4.2.2	Evaluation des biais par la QAREL.....	28
2.4.3	Extraction des données.....	28
2.5	Synthèse des données.....	30
3	Résultats .....	31
3.1	Processus d'inclusion des études .....	31
3.2	Description des études incluses .....	33
3.2.1	Determining sensitivity and specificity of the Sport Concussion Assessment Tool 3 (SCAT3) components in university athletes .....	34
3.2.2	Use of the Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) in professional hockey, part 2: which components differentiate concussed and non- concussed players? .....	34
3.2.3	Reliability and Validity of the Sport Concussion Assessment Tool-3 (SCAT3) in High School and Collegiate Athletes.....	35
3.2.4	Reliability of the Sport Concussion Assessment Tool 5 baseline testing: A 2-week test-retest study.....	35
3.3	Analyse des résultats.....	36
3.3.1	Résultats de l'article Chin et al (2016).....	36
3.3.2	Résultats de l'article Bruce et al (2020) .....	37
3.3.3	Résultats de l'article Downey et al (2018).....	38
3.3.4	Résultats de l'article Hänninen et al (2020) .....	39
3.3.5	Présentation des résultats par critère de jugement : la validité .....	40
3.3.6	Présentation des résultats par critère de jugement : la fiabilité.....	40
3.3.7	Risque de biais des études évaluant la validité.....	40
3.3.8	Risque de biais des études évaluant la fiabilité.....	42
4	Discussion .....	43
4.1	Analyse statistique .....	43
4.1.1	Les approches statistiques .....	43
4.1.2	Analyse des principaux résultats.....	45
4.1.2.1	Etude de Chin et al .....	45
4.1.2.2	Etude de Downey et al .....	45
4.1.2.3	Etude de Bruce et al .....	45
4.1.2.4	Etude de Hänninen et al .....	46
4.1.2.5	Mise en commun et comparaison des résultats.....	46
4.1.3	Biais et limites .....	48

4.2	Pertinence et applicabilité des résultats en pratique clinique .....	50
4.2.1	Qualité des preuves .....	51
4.2.2	Biais potentiel de la revue.....	52
4.3	Perspective de recherche .....	55
5	Conclusion.....	56
6	Bibliographie.....	57
7	Annexes .....	61

## Liste des abréviations

CC : commotion cérébrale

TCCL : traumatisme cranio-cérébral léger

MK : masseur-kinésithérapeute

Se : sensibilité

Sp : spécificité

VP : vrai positif

VN : vrai négatif

FP : faux positif

FN : faux négatif

RV+ : Ratio de vraisemblance positif

RV- : Ratio de vraisemblance négatif

DOR : Diagnostic odds ratio

SCAT : Sport Concussion Assessment Tool

GOS : Glasgow Outcome Scale

PCSS : Echelle post concussion symptom scale

PCSI : Echelle post concussion symptom inventory

BCTT : Buffalo Concussion Treadmill Test

## Liste des tableaux

Tableau I : Les différents types de symptômes causés par une commotion cérébrale .....	7
Tableau II : Les étapes d'une stratégie de reprise du sport progressive.....	11
Tableau III: Description des études incluses dans la revue.....	33
Tableau IV : Niveau de preuve des articles selon les critères de la HAS.....	35
Tableau V : Moyenne des scores obtenues aux sous-tests de la SCAT (Chin et al.) .....	36
Tableau VI: Valeur AUC à 24 heures avec et sans ajustement avec les données de base .....	36
Tableau VII : Fiabilité test-retest et scores de changement fiables dérivés de témoins non blessés (n = 164) à 7 jours d'intervalle.....	37
Tableau VIII : Fiabilité test-retest et scores de changement fiables dérivés de témoins non blessés (n = 164) à 196 jours d'intervalle.....	37
Tableau IX : Résultats des analyses statistiques évaluant la validité (Bruce et al.).....	38
Tableau X : Sensibilité et spécificité des sous-tests SCAT3 en phase aiguë et post-aiguë de blessure en utilisant une approche test-retest et normative. ....	39
Tableau XI : Résultats des analyses statistiques étudiant la fiabilité .....	39
Tableau XII : Corrélation test-retest de Spearman des deux sous-échantillons (Hänninen et al.) .....	40
Tableau XIII : Evaluation des biais des études étudiant la validité : QUADAS-2. ....	42
Tableau XIV : Evaluation des biais des études étudiants la fiabilité : QAREL.....	42
Tableau XV : Estimation du niveau de preuve des études incluses par le système GRADE.....	51
Tableau XVI : Evaluation des potentiels biais de la revue par AMSTAR-2 .....	54

## Liste des figures

Figure 1 : Les différents type de traumatismes craniens.....	2
Figure 2 : Nombre de décès traumatiques pour les autres sports (tableau extrait de « Décès traumatiques en pratique sportive en France métropolitaine en 2017 et 2018. »).....	4
Figure 3 : Incidence des CC lors des matchs et entrainement en fonction des sports .....	4
Figure 4: Pourcentage d'athlètes commotionnés sur une saison.....	5
Figure 5 : Schéma de la cascade de réponse neurométabolique lors d'une commotion .....	6
Figure 6 : Extrait d'une étape de la SCAT5.....	19
Figure 7 : Diagramme de flux des études incluses.....	32

# 1 Introduction

Tout au long de mes quatre années de formation en masso-kinéthérapie j'ai pu découvrir de nombreuses branches et aspects de ce métier. J'ai été notamment sensible à la kiné du sport.

Etant passionnée de sport et plus particulièrement de rugby, j'ai eu envie de clôturer ma dernière année par un mémoire qui aborderait ce sujet, ou du moins une pathologie qui le concerne de près. En effet, les commotions cérébrales sont un phénomène à l'incidence élevée et dont les complications potentielles constituent un réel enjeu dans le domaine du sport. J'ai donc trouvé intéressant de s'attarder sur les outils et tests en vigueur pour l'identification, le diagnostic et la prise en charge des impacts à la tête avec risque de commotion cérébrale.

L'échelle que nous étudierons dans ce mémoire est la Sport Concussion Assessment Tool (SCAT).

## 1.1 La commotion cérébrale : contexte et problématique

Avant d'aborder des définitions plus scientifiques et détaillées de la commotion cérébrale (CC), il semble intéressant d'établir le contexte qui règne autour de ce phénomène et les problématiques qu'il peut soulever.

Grâce à des ouvrages tel que le « Canon de la médecine » d'Avicenne ou les écrits de Galien nous nous sommes rendus compte que les CC, bien que pas encore désignées sous ce terme, étaient observées et documentées dès le Moyen Âge. Cela fait donc longtemps que les symptômes et effets des CC sont remarqués. Pourtant, lorsque l'on interroge la littérature scientifique, on remarque que c'est seulement depuis une dizaine d'années que la recherche se penche sur ce sujet. Mais pourquoi un phénomène connu depuis 1000 ans interpelle le monde scientifique depuis seulement une décennie ?

Et bien nous pouvons supposer que cet engouement scientifique est initié en premier lieu par un engouement médiatique. Les CC étant des impacts à la tête pouvant concerner une grande partie de la population, ajouté au fait qu'elles peuvent provoquer des complications importantes et entraîner des enjeux financiers considérables, font qu'elles sont un parfait sujet pour les journalistes, qui usent de ce thème pour faire les gros titres depuis quelques temps.



La une du journal de l'Equipe, 2 avril 2024

La une du journal de Montréal, 20 juillet 2016

## 1.2 La commotion cérébrale : définition

Il existe trois types de traumatisme crânien auxquels un sportif peut faire face durant sa pratique, par gravité décroissante ils sont : les traumatismes crâniens sévères, les commotions cérébrales et les impacts répétés à la tête.

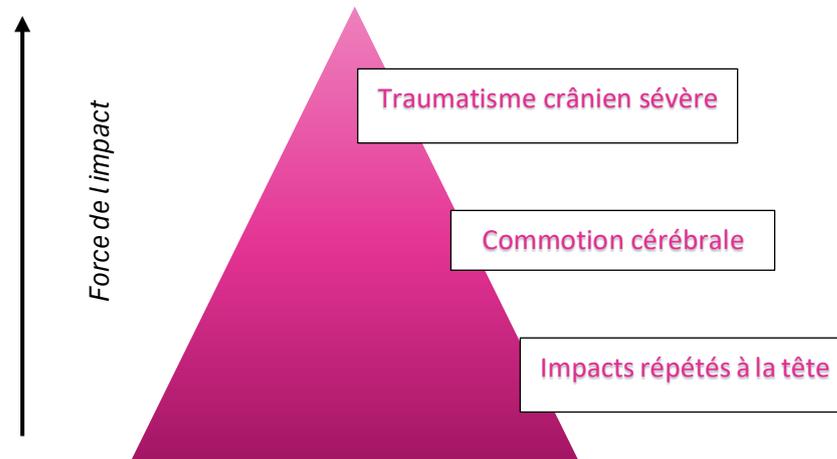


Figure 1 : Les différents type de traumatismes crâniens

Le terme de commotion cérébrale est souvent utilisé dans le monde de la médecine du sport. C'est un synonyme de traumatisme crânien léger. Une commotion cérébrale survient lorsqu'une force externe (impact direct ou indirect) entraîne une perturbation au niveau du fonctionnement du cerveau. Ce choc peut se produire au niveau de la tête, du visage ou du cou mais aussi sur tout autre partie du corps, occasionnant une force impulsive transmise à l'encéphale. Lors du mouvement brusque de la tête, le cerveau vient frapper les parois de la boîte crânienne contre laquelle il s'écrase ; puis il rebondit vers la paroi opposée en s'étirant avant de venir heurter le crâne une deuxième fois. Les différentes déformations du cerveau au cours de son mouvement à l'intérieur du crâne exercent d'importantes contraintes sur les fibres axonales qui peuvent se rompre.

De manière brutale et transitoire, le cerveau passe en mode « off ». Cette dysfonction cérébrale soudaine se résout spontanément dans la plupart du temps. Mais elle peut aussi se révéler à distance du choc (quelques minutes à plusieurs heures après le traumatisme). Les déficits post-commotionnels potentiels surviennent avec une pathologie anatomique un minimum décelable et se résolvent souvent complètement avec le temps, ce qui laisse entendre qu'ils sont basés sur un dysfonctionnement neuronal temporaire plutôt que sur la mort cellulaire. [1]

Le 6<sup>ème</sup> consensus sur la commotion cérébrale liée au sport de 2022 à Amsterdam donne une nouvelle définition de ce phénomène « Une commotion cérébrale liée au sport est une lésion cérébrale traumatique causée par un coup direct à la tête, au cou ou au corps entraînant la transmission d'une force impulsive au cerveau qui se produit lors d'activités sportives et liées à l'exercice. Cela déclenche une cascade de neurotransmetteurs et métaboliques, avec d'éventuelles lésions axonales, une modification du flux sanguin et une inflammation affectant le cerveau. Les symptômes et les signes

*peuvent apparaître immédiatement ou évoluer en quelques minutes ou heures, et généralement disparaître en quelques jours, mais peuvent être prolongés.* » [2]

Le 6ème consensus nous informe qu'aucune anomalie n'est visible dans les études de neuro imagerie structurale standard (tomodensitométrie ou imagerie par résonance magnétique, images pondérées T1 et T2) lors d'une commotion cérébrale. [2]

En anglais les termes utilisés pour parler de commotion cérébrale sont "concussion" ou "mild traumatic brain injury".

### 1.3 Épidémiologie

N'importe quel sexe à n'importe quel âge peut être victime d'une commotion cérébrale, mais d'après toutes les études épidémiologiques les enfants, les adolescents et les femmes y seraient plus exposés que les hommes.[3] Le cas des enfants et des adolescents s'explique du fait d'un déficit musculaire au niveau cervical par rapport à la grosseur de la tête, ce qui est à l'origine d'un manque de contrôle et limiter les mouvements brusques.

A cela s'ajoute la fragilité du cerveau en croissance ce qui les rend plus vulnérables. Quant aux femmes leur vulnérabilité s'explique par l'absence d'hormones protectrices masculines ainsi qu'un crâne plus fin et des muscles nucaux plus faibles.

Il est à noter qu'un patient qui a subi une commotion cérébrale est plus susceptible de connaître une récurrence et a trois fois plus de risques de développer des symptômes post-commotionnels.

Le nombre limité d'études sur la prévalence des traumatismes crâniens légers s'explique par la complexité de mesurer le total des traumatismes crâniens à un moment précis ou sur une période définie. La prévalence englobe à la fois les nouveaux cas et les cas anciens avec des séquelles persistantes.[4] Néanmoins il existe des données de prévalence pour des groupes spécifiques, principalement basées sur des rapports déclaratifs. Par exemple, chez les personnes incarcérées en général, elle est autour de 50-60 %. [5]

Parmi les causes les plus fréquentes responsables des commotions cérébrales on retrouve les accidents de la voie publique (AVQ), les traumatismes liés à la pratique sportive et ces dernières années sont mis en avant de plus en plus de cas de commotions cérébrales chez les femmes battues : "les coups répétés à la tête et au visage, et les chutes liées aux coups de poing et de pied constituent un indice de suspicion élevé de TCCL. « *L'incidence des traumatismes crâniens dus à la violence entre partenaires intimes a été examinée chez 51 femmes vues dans un service d'urgence.* » [6]

Le domaine du sport est celui qui nous intéressera dans le cadre de ce mémoire. Depuis quelques années le risque des commotions cérébrales est de plus en plus abordé et considéré au sein des instances sportives. Au paravent le sujet était plutôt étouffé au profit de la performance et des enjeux sportifs et financiers.

Un des sport qui a mauvaise presse et qui est souvent mis en avant pour son risque accru de commotion cérébrale et de blessures en général est le rugby. Cependant, d’après les résultats d’une étude de Santé Publique France [7] qui présente le nombre de décès traumatiques par sport, nous constatons qu’en 2017/2018 il est en 7<sup>ème</sup> position derrière la course à pied, le cyclisme et le football :

**Nombre de décès traumatiques pour les autres sports victime, âge médian et écart inter-quartiles, 2017-2018, Fr**

Sport	Effectifs		Total
	Hommes	Femmes	
Cirque	1	0	1
Corrida	1	0	1
Course à pied	10	1	11
Cyclisme	24	1	25
Équitation	7	7	14
Football	1	0	1
Rugby	3	0	3
Marche nordique	1	0	1
Paintball	1	0	1
Roller	1	0	1
Skate-board	3	0	3
Tir	1	0	1
Trampoline	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>9</b>	<b>64</b>

Figure 2 : Nombre de décès traumatiques pour les autres sports (tableau extrait de « Décès traumatiques en pratique sportive en France métropolitaine en 2017 et 2018. »)

Il n’existe toujours pas de méthode infaillible pour repérer les CC, que ce soit visuellement ou par imagerie ; les signes évidents de commotion ne sont pas toujours présents et les symptômes ne sont pas toujours décrits par les blessés qui ont peur d’être écartés du terrain. Ainsi, grand nombre de commotions cérébrales passent inaperçues. Malgré cela l’incidence des commotions dans le sport reste importante comme peut le montrer ce tableau issu de l’étude réalisée par Prien et al. [8] :

**Table 3** Pooled match and training concussion incidence per 1000 exposures

Sex, sport	Exposure definition	Total exposure	Total concussions	df	CID (95% CI)	SE	$I^2$ (%)
<b>Match</b>							
Men's football	Hours	241,746	153	13	0.44 (0.36–0.53)	0.04	71
	AEs	392,536	420	1	1.07 (0.97–1.17)	0.05	0
Women's football	Hours	83,838	157	3	1.76 (1.48–2.05)	0.14	68
	AEs	377,732	564	1	1.48 (1.35–1.6)	0.06	84
Men's rugby	Hours	102,081	502	9	3.89 (3.51–4.28)	0.20	91
	AEs	14,877	49	1	3.00 (2.12–3.88)	0.45	77
Men's ice hockey	Hours	374,824	875	3	2.01 (1.87–2.15)	0.07	98
	AEs	358,128	613	3	1.63 (1.49–1.76)	0.07	90
Women's ice hockey	AEs	50,958	123	2	2.27 (1.86–2.69)	0.21	72
Men's American Football	AEs	1,136,041	3005	9	2.52 (2.43–2.62)	0.05	94
<b>Training</b>							
Men's football	Hours	1,147,939	38	4	0.01 (0–0.01)	0.00	87
	AEs	1,563,973	135	1	0.08 (0.07–0.1)	0.01	84
Women's football	Hours	321,360	44	1	0.13 (0.09–0.17)	0.02	0
	AEs	1,276,398	165	1	0.12 (0.1–0.14)	0.01	85
Men's rugby	Hours	317,847	7	1	0.02 (0–0.03)	0.01	32
	AEs	27,351	10	1	0.37 (0.14–0.59)	0.12	0
Men's ice hockey	AEs	1,242,178	163	2	0.12 (0.1–0.14)	0.01	89
Women's ice hockey	AEs	149,129	47	1	0.31 (0.22–0.4)	0.05	0
Men's American Football	AEs	14,607,661	4482	8	0.30 (0.29–0.31)	0.00	95

AEs athletic exposures, df degrees of freedom, CID concussion incidence density, CI confidence interval, SE standard error,  $I^2$  measure of inconsistency (i.e. heterogeneity)

Figure 3 : Incidence des CC lors des matchs et entraînement en fonction des sports

Une étude de Jérémy Chéradame intitulée « *Etude des facteurs de risque de blessures dans le Rugby élite seniors* » [9] affirme que « *l'incidence de commotion sur le championnat français pendant la période d'étude est de 10,4 commotions pour 1000 heures d'exposition. (...)* »

*Certains profils ont également pu être mis en avant avec un risque plus important de commotions. Ainsi les joueurs de la charnière ont un risque plus élevé que les autres postes. (...) Enfin il existe un effet protecteur du temps de jeu depuis le début de la saison. (...) les joueurs habitués à jouer au haut niveau depuis le début de la saison ont probablement une meilleure technique pour diminuer le risque. » [9]*

Nous retrouvons dans le tableau suivant d'autres données sur le pourcentage d'athlètes commotionnés sur une saison en fonction de leur sport. Ce tableau est extrait d'une étude de G harmon et al (2019) [10].

% d'athlètes commotionnés sur une saison (American Society for Sport Medicine)	
Hockey sur glace (jeune)	14,2%
Lutte	7,9%
Hockey sur glace (femme adulte)	7,2%
Hockey sur glace (homme adulte)	6,9%
Basket Ball féminin	5,3%
<b>Tous sports confondus USA</b>	<b>2 à 15% des licenciés</b>

Figure 4: Pourcentage d'athlètes commotionnés sur une saison selon leur sport

#### 1.4 Activité neuronale et physiopathologie de la commotion cérébrale

Avant d'aborder le mécanisme physiopathologique de la commotion cérébrale, parlons de la physiologie neuronale<sup>1</sup>.

Les neurones présentent deux caractéristiques fondamentales interconnectées : l'excitabilité et la conduction, qui leur permettent de recevoir, de propager et de transmettre des informations sous formes d'influx nerveux. La valeur du potentiel de membrane, une caractéristique présente chez toutes les cellules vivantes, varie d'une cellule à l'autre. Les propriétés électriques qui découlent de ces différences de potentiel (ddp) jouent un rôle crucial dans le fonctionnement des neurones.

<sup>1</sup> <https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2023/03/PHYSIOLOGIE-DU-NEURONE-2023.pdf>

A l'état de repos, il existe une distribution inégale des ions de part et d'autre de la membrane cellulaire. Cette séparation de charge génère un mouvement passif d'ions à travers des « canaux de fuite » spécifiques à chaque type ionique. Ces mouvements passifs sont régis par deux gradients :

- Un gradient de concentration (osmotique)
- Un gradient électrique dû à la ddp de repos

Lorsqu'un traumatisme crânien induit une altération de la fonction neurologique, une série de changements neurochimiques se développent au fil des heures appelée cascade neurométabolique. On observe une perturbation de l'homéostasie cellulaire. En effet, les forces de cisaillements et d'étirements occasionnées provoquent une perturbation temporaire de la membrane plasmique, appelée "mécanoporation". Ces modifications de membrane plasmique provoquent une libération soudaine de neurotransmetteurs excitateurs, en particulier la liaison du glutamate aux récepteurs N-méthyl-D-aspartate qui entraîne à son tour un efflux massif de potassium qui déclenche une brève période d'hyperglycolyse. Ces premiers changements seront suivis par un afflux persistant de calcium, un dysfonctionnement mitochondrial avec une diminution du métabolisme oxydatif, une diminution du métabolisme cérébral du glucose, une réduction du flux sanguin cérébral et des lésions axonales. Les derniers évènements de la cascade neurométabolique sont la récupération du métabolisme du glucose et du flux sanguin cérébral, une mort cellulaire retardée, des altérations chroniques de la neurotransmission et une déconnexion axonale. Bien que le temps de récupération moyen soit de 7 à 10 jours, l'altération de l'état métabolique et la diminution du flux sanguin peuvent durer des semaines et pendant cette période, le tissu neural est plus susceptible de subir d'autres lésions. [11]

Voici ci-dessous, un schéma extrait de l'article « the neurometabolic cascade of concussion », qui illustre, en partie, la cascade de réponses neurologiques présente lors d'une commotion.

Figure 5 : Schéma de la cascade de réponses neurométaboliques lors d'une commotion cérébrale

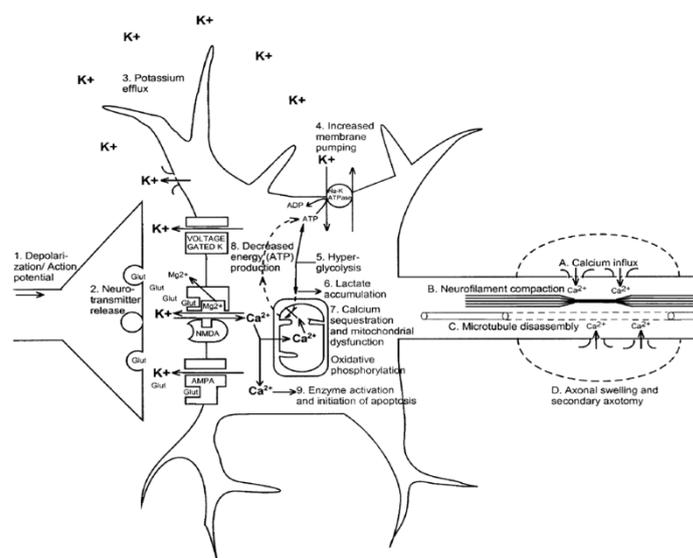


Figure 2. Neurometabolic cascade following traumatic injury. (1) Nonspecific depolarization and initiation of action potentials. (2) Release of excitatory neurotransmitters (EAAs). (3) Massive efflux of potassium. (4) Increased activity of membrane ionic pumps to restore homeostasis. (5) Hyperglycolysis to generate more adenosine triphosphate (ATP). (6) Lactate accumulation. (7) Calcium influx and sequestration in mitochondria leading to impaired oxidative metabolism. (8) Decreased energy (ATP) production. (9) Calpain activation and initiation of apoptosis. A. Axolemmal disruption and calcium influx. B. Neurofilament compaction via phosphorylation or sidearm cleavage. C. Microtubule disassembly and accumulation of axonally transported organelles. D. Axonal swelling and eventual axotomy. K<sup>+</sup>, potassium; Na<sup>+</sup>, sodium; Glut, glutamate; Mg<sup>2+</sup>, magnesium; Ca<sup>2+</sup>, calcium; NMDA, N-methyl-D-aspartate; AMPA, d-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazole-propionic acid.

## 1.5 Signes et symptômes de la commotion cérébrale

Les signes cliniques et les symptômes<sup>2</sup> de la commotion cérébrale sont des manifestations d'un dysfonctionnement neuronal sous-jacent, probablement dû à certains des processus décrits ci-dessus. Les signes et symptômes peuvent être très différents d'une personne à l'autre. Le tableau clinique peut varier en fonction de plusieurs facteurs : l'âge, le sexe, la fréquence des commotions passées, le temps écoulé depuis la dernière commotion et probablement des prédispositions génétiques. « Environ une personne sur cinq ressentira ses premiers symptômes jusqu'à 72 heures après avoir subi un traumatisme à la tête ».

D'après une étude publiée par *The American journal of medicine* [12] les symptômes post-commotions cérébrales les plus fréquents sont :

Symptômes somatiques	Symptômes cognitifs	Symptômes comportementaux
Mal de tête Vertige / Étourdissement Nausée Photophobie Phonophobie Acouphène Difficulté à se concentrer avec la vision Étourdissements postauraux Anosmie Fatigue	« Brouillard » mental Difficulté de mémoire Difficulté à se concentrer Difficulté à trouver les mots Trouble de la coordination	Labilité de l'humeur irritable Hypersomnie/insomnie Anxiété Changements de personnalité

Tableau 1 : Les différents types de symptômes causés par une commotion cérébrale

Le tableau clinique des CC et leur évolution étant très variés d'un patient à l'autre, il n'y a pas de symptômes qui permettent d'anticiper l'évolution de l'état d'une personne ayant subi une CC. Par conséquent, les signes et les symptômes ne sont pas des indices probants. La perte de conscience est une caractéristique clinique d'une commotion cérébrale, mais elle n'est pas nécessaire pour poser le diagnostic.

## 1.6 Diagnostic et pronostic de la commotion cérébrale

Le diagnostic d'une commotion cérébrale n'est pas évident :

- L'impact peut être direct ou indirect c'est à dire qu'il peut toucher n'importe quelle partie du corps autre que la tête et transmettre à l'encéphale des effets d'inertie pouvant entraîner un dysfonctionnement passager des fonctions cérébrales.
- La commotion se caractérise par un dysfonctionnement soudain, mais généralement de courte durée, les joueurs auront tendance à reprendre le jeu en minorant ou ignorant les symptômes et la commotion peut donc passer momentanément inaperçue. Dans la pratique du rugby par

<sup>2</sup> <https://institutcommotions.com/commotion/signes-et-symptomes/>

exemple, les contacts sont fréquents, il est difficile de déterminer si le joueur a présenté ou non une commotion.

Aucun marqueur biologique ou examen d'imagerie actuel ne permet de s'assurer de l'apparition d'une commotion. Tout le diagnostic repose sur des critères cliniques. Il est donc intéressant d'avoir une connaissance préalable des performances cognitives des joueurs. Pour cela des évaluations sont faites en début de saison (au niveau professionnel).

Parmi les symptômes plausiblement observables lors d'un traumatisme crânien léger on compte :

- Douleur du rachis cervical
- Mouvements anormaux au décours du traumatisme
- Perte de la vision, vision double
- Confusion qui s'aggrave, niveau de vigilance qui baisse
- Faiblesse, maladresse, paresthésie d'un ou plusieurs membres
- Plus d'un épisode de vomissement
- Céphalées sévères ou qui s'aggravent
- Déformation visible du crâne

Si l'athlète présente un seul de ces signes il doit être immédiatement sorti du jeu. [2]

Une fois le joueur sorti du terrain après une suspicion de commotion cérébrale, il y a des tests à lui faire passer qui permettent d'évaluer différents aspects de son état de santé. Le **score de Maddock** par exemple, teste la mémoire, l'amnésie, la désorientation et la conscience. Ce score de Maddock est composé de 5 questions (annexe 12) auxquelles le joueur doit répondre. Une seule mauvaise réponse confirme une commotion avérée.

Les symptômes générés par les commotions, avec leur nature particulière, peuvent rendre le diagnostic non immédiat, parfois retardé jusqu'à la mi-temps voire la fin du match.

Faire le diagnostic d'une commotion ne déterminera pas le pronostic de celle-ci. On compte donc un temps pour le diagnostic et à posteriori un temps pour le pronostic.

Le diagnostic doit être posé le plus tôt possible afin d'écarter le joueur des risques d'une nouvelle blessure. La commotion cérébrale étant un traumatisme crânien léger, on s'en assure au préalable par la détermination du score de Glasgow supérieur à 13 (un score inférieur à 12 désigne un TC plus grave). Ce score peut être réévalué à tout moment afin de détecter une aggravation secondaire. Le score de Glasgow initial servira à déterminer la gravité du traumatisme crânien. Il peut être fait par exemple :

- A l'instant du traumatisme jusqu'à quelques jours suivant l'accident
- Sur le terrain suite à un traumatisme et sur la constatation d'une perte de connaissance
- Si on remarque une obnubilation, un comportement inhabituel
- Si amnésie des faits
- Si des symptômes persistent comme des céphalées ou des vertiges

Le diagnostic de commotion cérébrale est établi pendant le match si le joueur manifeste l'un des symptômes suivants : une perte de connaissance d'une durée supérieure ou inférieure à une minute, des convulsions, une obnubilation ou une amnésie, des troubles de l'équilibre. Si le joueur ne présente aucun des signes de commotion cités plus haut mais qu'il reste un doute dans l'esprit de l'équipe médicale, il doit faire l'objet d'une observation attentive dans les dix minutes suivantes.

Dans les vestiaires à la fin de la mi-temps ou à la fin du match, le diagnostic est posé si le joueur présente l'un des symptômes cités ci-dessus ou l'un des symptômes suivants associé à un probable traumatisme ayant eu lieu pendant le match : céphalées, nausées, vomissements, sensations de vertiges, sensation de tête lourde, d'être ralenti, vision trouble, hypersensibilité à la lumière, comportement inhabituel.

Le pronostic sera défini en fonction de l'intensité et de la durée des symptômes. De ce fait, il est forcément établi de façon différée au diagnostic. Le pronostic est formulé le plus souvent sous forme de délais de retour au jeu. [13]

Il existe une mesure pour évaluer le risque de traumatisme cranien. Elle s'appelle HIC « head injury criteria » et se calcule en fonction de l'accélération de la tête pendant une période de temps. [14]

$$I = \int a^n . dt$$

Où : a : accélération (g),  
n : facteur de puissance supérieur à 1,  
t : temps (s)

Dans le cas des commotions cérébrales, le HIC peut être utilisé pour évaluer la gravité de la blessure à la tête. Bien que le HIC soit principalement conçu pour évaluer les blessures traumatiques causées par des impacts physiques, il peut également fournir des informations utiles sur la force et la nature de l'impact sur la tête, ce qui peut être pertinent dans le contexte des commotions cérébrales. Par exemple, si une personne subit un impact important à la tête, le HIC peut aider les professionnels de santé à évaluer la sévérité de cet impact en terme d'accélération de la tête. Bien que le HIC seul ne soit pas un indicateur direct de commotion cérébrale, il peut faire partie d'une évaluation plus large des risques de blessures à la tête.

## 1.7 La prise en charge

Les athlètes ne doivent pas reprendre le sport le jour même de l'accident. La reprise du sport nécessite l'aval d'un médecin et les athlètes doivent se conformer à un programme progressif, en plusieurs étapes.

D'après un texte de recherche du docteur Alexandre Deschamps, lors de la survenue d'une commotion cérébrale la conduite à tenir est :

- Diminuer les stimulations intellectuelles
- Éviter absolument un second impact à la tête
- Couper la prise de stimulants : café, boissons énergisantes, sucre
- Ne pas consommer de médicaments sans prescription et avis d'un médecin

Pour ce qui est du rétablissement les préconisations de la SCAT 5 sont les suivantes :

*« Suite à une commotion cérébrale, l'athlète doit bénéficier d'une période de repos physique et de repos cognitif relatif de quelques jours, le temps que ses symptômes se résorbent.*

*Dans la plupart des cas, après quelques jours de repos, l'athlète peut augmenter progressivement son niveau d'activité quotidien, tant que ses symptômes n'empirent pas.*

*Une fois que l'athlète peut effectuer ses activités de routine sans ressentir de symptômes liés à la commotion cérébrale, la deuxième étape de retour au jeu/ sport peut commencer.*

*L'athlète ne doit pas reprendre le jeu/sport tant que ses symptômes liés à la commotion cérébrale ne se sont pas résorbés et qu'il ou elle n'a pas réussi à reprendre ses activités scolaires/d'apprentissage à temps complet. »*

L'objectif principal dans le traitement de la commotion est le retour aux activités cognitives. La progression vers la phase suivante peut être entravée par une augmentation ou une stagnation des difficultés cognitives, et dans certaines situations, un retour à la phase précédente pourrait être requis.

Pour ceux engagés dans des activités à risque de commotion cérébrale, il peut être judicieux comme mentionné précédemment, de réaliser une évaluation initiale en début de saison pour évaluer les fonctions cognitives, oculomotrices et physiques. Ces tests serviront à planifier efficacement leur retour complet aux activités en fonction des données de référence des sportifs.

Les commotions peuvent entraîner des maux de tête, des douleurs au cou et des troubles de la mâchoire, prolongeant potentiellement l'invalidité ou générant des symptômes distincts. Les traitements doivent prendre en compte tous ces aspects afin de proposer une prise en charge combinant adroitement thérapie manuelle, rééducation, soutien psychologique et ajustements environnementaux, dans le but d'optimiser le traitement.

Si l'athlète présente des symptômes au-delà de 10 jours, il est vivement conseillé de consulter un médecin expert dans les commotions cérébrales.

Une autorisation médicale est nécessaire pour reprendre la compétition. <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> : <https://neuractiv.com/commotions-cerebrales-neuractiv/>

Exemple de stratégie de reprise du sport progressive :

<p><b>Etape 1</b></p>	<p>Activité limitée par les symptômes : on réalise seulement les activités quotidiennes qui ne provoquent pas de symptômes</p> <p><b>Objectif</b> : retour en progression aux activités professionnelles</p>
<p><b>Etape 2</b></p>	<p>Exercices aérobies légers : marche ou vélo à vitesse lente ou moyenne, entraînement sans résistance</p> <p><b>Objectif</b> : augmentation du rythme cardiaque</p>
<p><b>Etape 3</b></p>	<p>Exercices spécifiques au sport : activité sans impact à la tête</p> <p><b>Objectif</b> : ajout de mouvement</p>
<p><b>Etape 4</b></p>	<p>Exercices d'entraînement sans contacts : sous autorisation médicale, entraînement normal</p> <p><b>Objectif</b> : restauration de la confiance et évaluation des aptitudes fonctionnelles</p>
<p><b>Etape 5</b></p>	<p>Retour au jeu : participation au sport normale</p>

Tableau II : Les étapes d'une stratégie de reprise du sport progressive



Crédit photo - Icon Sport (Keith Earls lors d'un protocole commotion)

## 1.8 Les complications à court et long terme

A **court terme**, les risques principaux incluent :

- une **diminution des performances** : diminution des performances intellectuelles et sportives pouvant parfois aller au-delà de la période de symptômes [15]. Selon *Bernick et al.* [16] dans un combat de boxe, le premier à recevoir un coup entraînant une CC va perdre dans 98% des cas.
- le **syndrome commotionnel** (SC). De manière classique, le syndrome commotionnel connaît une amélioration dans les 10 à 14 jours suivant l'évènement [17]. Cependant, dans 15 à 30 % des cas, des symptômes invalidants persistent. On parle de « symptômes persistants » s'ils perdurent après 1 mois. Il existe des facteurs de risques formels à une prolongation du SC (être adolescent, le sexe féminin, facteurs psychologiques et antécédants de dépression, antécédants de CC, poursuite de l'activité après la CC, intensité des céphalées initiales) et des facteurs de risque suspectés (perte de connaissance, période d'amnésie, antécédants de récupération longue, dyslexie). [18] [19] [20]
- **syndrome du second impact**. Un sportif qui a subi une commotion cérébrale et qui continue ou reprend sa pratique sportive en ayant encore des symptômes aura, s'il reprend un impact, des conséquences neuro-traumatologiques beaucoup plus importantes et graves que ce qu'elles auraient pu être au vu de l'énergie cinétique de l'impact. Ces conséquences peuvent aller jusqu'au coma. La mortalité de ce phénomène est élevée. Il n'existe pas de définition précise au sens de l'OMS de ce phénomène. [21]
- survenue de **blessures extra cérébrées** (ex : entorse, fracture etc.)
- une **sensibilité accrue aux commotions récurrentes** , après une première CC le risque de nouvelles commotions est multiplié par 2 à 6 fois. [22]
- la **mort**. C'est pour cela que l'on garde toujours sous surveillance un patient commotionné.

Pour ce qui est des complications à **long terme**, bien que nous ne possédions pas d'informations précises sur le seuil de gravité et la fréquence des commotions cérébrales entraînant des dommages à long terme, nous comprenons désormais que les altérations neurologiques résultant de commotions répétées peuvent persister pendant des années. Cela suggère que les perturbations métaboliques, électriques et chimiques initiées par ces traumatismes continueraient à avoir des effets tout au long de la vie, même après la disparition des symptômes observables [23].

## 1.9 La prévention

Bien que l'on ne puisse jamais éviter les commotions cérébrales à 100%, au vu des différents risques à court et long termes énoncés, il est primordial en tant que professionnel de santé de prévenir les sportifs de ces dangers, en sachant leur expliquer pourquoi il est impératif de respecter le délai de récupération nécessaire au cerveau et éviter l'accumulation des CC.

Une des façons de prévenir le risque de commotion est avant tout l'apprentissage des techniques sécuritaires et le respect des règles. Les commotions cérébrales sont fréquemment liées aux sports de contact et aux sports d'extérieur tel que le cyclisme et l'équitation. Il est toutefois envisageable de prévenir certaines de ces blessures en enseignant aux jeunes athlètes les techniques sportives sécuritaires.

Une seconde manière est d'apprendre aux sportifs à reconnaître les symptômes. Bien que certaines commotions ne soient pas entièrement évitables, un dépistage approprié des symptômes et le retrait de l'athlète du jeu peuvent certainement prévenir une récurrence, favorisant ainsi une récupération plus rapide. Un athlète ayant subi plusieurs commotions cérébrales est plus vulnérable à de nouvelles lésions, surtout si elles surviennent rapprochées dans le temps. Les symptômes signalés peuvent également être plus intenses nécessitant davantage de temps pour disparaître.

Les fédérations sportives ont un grand rôle à jouer dans la prévention et le dépistage des CC. Des fédérations impliquées dans la prévention permettront à leurs athlètes d'être mieux informés et plus vigilants quant à leur état de santé.

La fédération française de Rugby déploie un budget de 500 000 euros par an pour le dépistage des commotions rien que pour les clubs professionnels.

## 1.10 Les tests et outils d'évaluation des commotions cérébrales

### 1.10.1 La Glasgow Outcome Scale (GOS)

La Glasgow Outcome Scale ou échelle de Glasgow (Annexe 1) est un outil de mesure validé permettant de déterminer la gravité séquellaire d'une perte de connaissance après un traumatisme crânien. Elle est sommaire, rapide et très facile d'utilisation ce qui fait de cet outil le plus répandu et le plus utilisé pour évaluer la gravité des traumatismes crâniens.

Le score de la GOS allant de 3 à 15, avec 15 le score de l'état de coma le moins grave, c'est à dire le pronostique le plus favorable.

La commotion cérébrale est diagnostiquée si le score de Glasgow se situe entre 13 et 15 c'est à dire :

- Une perte de connaissance inférieure à 30 minutes
- Une amnésie antérograde inférieure ou égale à 60 min

En effet, une commotion cérébrale est un traumatisme crânien léger, elle n'entraîne pas d'état de coma grave avec une perte de connaissance importante. Un score égal ou passant en dessous de 12 témoignera d'un traumatisme crânien plus grave, dans ce cas-là nous ne parlerons plus de commotion cérébrale.

### 1.10.2 L'échelle post concussion symptom scale (PCSS)

Cette échelle comme la précédente est fréquemment utilisée et validée (Annexe 2). Elle permet d'évaluer les symptômes post-commotionnels. Les résultats peuvent aller de 0 à 132.

Cette fois-ci, le sportif remplit la grille tout seul afin d'attribuer une valeur subjective à chaque symptôme. Le formulaire pourra être utilisé à chaque visite médicale afin de suivre l'évolution des symptômes et examiner les progrès de l'athlète.

Afin d'optimiser et interpréter au mieux le résultat de cette échelle il est intéressant de prendre en compte les données initiales de l'athlète avant la commotion, car certains d'entre eux pourront déjà présenter des symptômes présents dans le PCSS mais avec une cause différente de la commotion.

Nous n'attendons pas d'un sportif présentant des symptômes avant la commotion qu'il atteigne un score de 0 à la PCSS pour reprendre sa pratique sportive.

### 1.10.3 L'échelle post concussion symptom inventory (PCSI)

L'échelle post concussion symptom inventory (Annexe 3) est un outil validé. Il permet de détecter et faire l'inventaire des symptômes. Le patient doit répondre à 20 questions interrogeant sur l'intensité des symptômes dus à la commotion cérébrale.

Chaque item peut être coté de 0 (aucun symptôme) à 6 (gravité maximale). Le score total de cette échelle peut aller de 0 à 120 (gravité maximale).

### 1.10.4 La Buffalo concussion treadmill test (BCTT)

Le Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT) (Annexe 4) est un test qui permet :

- D'évaluer le degré de tolérance à l'exercice chez les patients ayant subi une commotion cérébrale.
- D'identifier la fréquence cardiaque (FC) à laquelle se produit l'exacerbation des symptômes spécifiques à la commotion cérébrale (c'est-à-dire le seuil de fréquence cardiaque [FCt]).
- D'aider à établir un niveau d'exercices aérobies sécuritaires, dans le but de traiter les commotions cérébrales.

- D'aider à distinguer une commotion cérébrale à d'autres diagnostics possibles ayant des symptômes identiques à une commotion cérébrale (par exemple, un trouble post-traumatique)
- D'identifier les variables physiologiques associées à l'exacerbation des symptômes et le niveau de récupération du patient.

Le BCTT ne peut jamais être utilisé seul pour établir un diagnostic de CC ou pour préparer le protocole de retour au jeu. Le BCTT est un test complémentaire et doit être interprété en parallèle à une anamnèse complète et à un examen clinique réalisé par un professionnel de santé.

### 1.11 Head Injury Assessment (HIA)

Le Head Injury Assessment<sup>4</sup> (Annexe 5) est un protocole d'évaluation de blessure à la tête établi par World rugby pour les équipes adultes de l'élite, dans le but de faciliter l'identification, le diagnostic et la gestion des impacts à la tête présentant un risque de commotion cérébrale. Il est utilisé systématiquement chez les joueurs professionnels lorsque le staff médical suspecte une commotion liée à un impact direct ou indirect au niveau de la tête.



Crédit photo – La dépêche.fr

Le remplacement temporaire en cas de blessure à la tête a été intégré de manière permanente dans les Règles du Jeu pour le rugby d'élite des adultes en août 2015. Le Protocole HIA a été conçu en conformité avec la règle du Jeu 3.11 et le règlement 10, qui traitent tous deux du remplacement temporaire pour blessure à la tête et de la gestion de la commotion cérébrale. Le Protocole HIA ne se limite pas à une simple évaluation hors du terrain (HIA1) ; il combine des signes cliniques, des observations vidéo, des alertes provenant des protège-dents connectés et des évaluations cliniques pour faciliter une évaluation multimodale et temporellement étendue de la commotion cérébrale. Ce protocole est soutenu électroniquement par l'application Specialised Concussion Rugby Management (SCRM), utilisée par World Rugby pour le processus HIA au sein des compétitions homologuées. Cette application permet un enregistrement efficace et standardisé des évaluations HIA (initiales et post-impact à la tête), des étapes de la rééducation, ainsi que la consultation, si nécessaire, auprès d'un consultant indépendant en commotion cérébrale (ICC).

World Rugby a reconnu un risque accru de commotion cérébrale chez les enfants et les adolescents et demande d'être tout particulièrement attentif à cette tranche d'âge. C'est pour cela que L'HIA ne doit pas être utilisé pour ce groupe d'âge, s'il y a suspicion le joueur doit sortir : « Reconnaître et sortir » est le message que veut faire intégrer le Word Rugby aux amateurs et aux jeunes rugbymen. L'utilisation du protocole HIA est soumise à l'approbation de World rugby et est réservée aux

<sup>4</sup> <https://passport.world.rugby/fr/sante-du-joueur/gestion-des-commotions-cerebrales-pour-le-personnel-medical-le-jour-du-match-a-l-aide-du-protocole-hia/protocole-du-hia/>

compétitions ou aux rencontres qui respectent des critères minimums spécifiques établis par World rugby.

Pour les autres joueurs pouvant être soumis à l'HIA le déroulement est décrit ci-dessous.

Le protocole d'Évaluation de blessure à la tête (HIA) est un processus en quatre étapes et comprend :

#### **L'évaluation HIA1 hors du terrain :**

- Critère 1 : signes indiquant une sortie immédiate et définitive du terrain
- Une évaluation en dehors du terrain incluant une liste de contrôle des symptômes, une évaluation de la mémoire, une évaluation de l'équilibre et des tests cognitifs réalisés par un médecin
- Une évaluation objective par des protège-dents connectés des accélérations de la tête qui dépassent un seuil clinique
- Analyse vidéo
- Examen clinique réalisé par le médecin traitant

#### **HIA2**

- Répétition de l'examen médical effectuée par le médecin dans les 3 heures suivant l'incident
- Aide au diagnostic de la commotion cérébrale à expression immédiate

#### **HIA3**

- Examen médical supplémentaire réalisé par un médecin ou un praticien compétent dans les 48-72 heures suivant l'incident
- Aide dans le cas de présentations retardées de la commotion cérébrale

#### **HIA4**

- Remplir ce formulaire confirme le rétablissement après la commotion cérébrale.
- Cela permet d'identifier les antécédents de commotion (durée du rétablissement)

### **1.12 Le Sport Concussion Assessment Tool (SCAT)**

Le SCAT est un outil standardisé d'évaluation des athlètes chez qui on suspecte une commotion cérébrale. C'est un protocole qui doit être réalisé par des médecins ou des professionnels de santé formés. Il existe différentes versions de la Sport concussion assessment tool, la sixième étant la dernière en date et la plus élaborée. Nous étudierons dans ce mémoire les différentes versions à partir de la 3<sup>ème</sup>. Cependant pas assez d'articles n'ont été réalisés pour permettre d'étudier la dernière version, nous nous concentrerons donc sur la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> (la 4<sup>ème</sup> n'existe pas).

La SCAT-3 (Annexe 6) comme la SCAT-5 (Annexe 7) peuvent être utilisées chez les athlètes à partir de 13 ans, elle doit être effectuée au repos et de préférences 10 min ou plus après l'effort. Le SCAT5 ne peut pas être réalisé correctement en moins de 10 min. Les différences entre la version 3 et 5 sont les suivantes :

- L'étape 1 de l'évaluation immédiate sur le terrain est beaucoup plus détaillée dans la version 5 : détection des signaux d'alarme, signes visibles à cocher par oui ou non tandis que pour la version 3 il y a 4 questions plus générales auxquelles il faut répondre par oui ou par non (perte de connaissance ? incoordination motrice ? désorientation ou confusion ? regard et expressions vides ?)
- Il y a un examen du cou pour la SCAT3 ( mobilité, sensibilité et sensibilité et force du membre sup et inf) et une évaluation du rachis cervical pour la 5 constituée de trois questions : l'athlète signale t-il une absence de cervicalgie au repos ? en cas d'absence, l'athlète a-t-il une amplitude de mouvements actifs complète sans douleur ? la force et la sensibilité des membres sont normales ?) auxquelles il faut répondre oui ou non.
- La SCAT5 compte en plus de la SCAT3 un examen neurologique.
- Les systèmes de notation sont différents pour certains sous-tests.
- La mise en forme est différente : la SCAT3 est rédigée quasi intégralement, les instructions sont sous forme de phrases tandis que la SCAT5 est beaucoup plus synthétique, sous forme de tableaux, le déroulement du protocole est plus clair à lire et à suivre.

Nous allons décrire plus en détails la version 5 de la SCAT.

Elle contient 2 grandes parties divisées en plusieurs étapes :

### **Partie 1** → Evaluation immédiate ou sur le terrain

Etape 1 : Déterminer s'il y a des signaux d'alarme / Red flag

- Cervicalgie ou sensibilité
- Vision double
- Faiblesse ou sensation de picotement/brulure dans les bras ou les jambes
- Céphalées importantes ou croissantes
- Vomissements
- Crise d'épilepsie ou convulsions
- Perte de connaissance
- Détérioration de l'état de conscience
- Agitation, agressivité ou nervosité croissante

Etape 2 : Observer s'il y a des signes visibles : reste allongé immobile, trouble de l'équilibre, mauvaise coordination, regard vide, lésion faciale ...

A cette étape on coche seulement oui ou non en fonction de ce que l'on peut observer de prime abord.

Etape 3 : Evaluation de la mémoire avec les questions de MADDOCKS, ce score prend en compte la réponse à des stimuli verbaux et moteurs.

Etape 4 : L'échelle de Glasgow, comme vu précédemment le score se situe entre 13 et 15 en présence d'une commotion. Et évaluation du rachis cervical, où l'on teste la mobilité et l'amplitude du mouvement en actif, la sensibilité et la force des membres supérieurs et inférieurs.

Lors de cette étape si le patient n'est pas lucide ou entièrement conscient, il faut considérer qu'il souffre d'un traumatisme du rachis cervical jusqu'à preuve du contraire.

## Partie 2 → Evaluation en cabinet ou hors du terrain

Etape 1 : Informations générales sur l'athlète (nom, prénom, sport, équipe, âge, sexe, heure du traumatisme etc.)

Etape 2 : Evaluation des symptômes avec la PCSS. On dit au patient « *Vous devez évaluer vous-même dans quelle mesure vous ressentez maintenant les symptômes suivants.* »

C'est au patient de remplir la grille.

Etape 3 : Examen cognitif avec la SAC. On teste **l'orientation**, *Quel mois sommes-nous ? Quelle est la date d'aujourd'hui ? Quel jour de la semaine sommes-nous ? En quelle année sommes-nous ? Quelle heure est-il ? (À 1 h près)*, la **mémoire immédiate** en faisant répéter au sportif une liste de 5 ou 10 mots, on réalise 3 essais et on compte 1 point par bonne réponse. Le score total est la somme des scores des trois essais. Et la **concentration**, en faisant réciter une liste de chiffre à l'envers de ce qu'elle a été énoncée, quand la réponse est correcte on passe à la longueur suivante, si elle est incorrecte on lit l'essai 2. On compte un point par longueur de série. Puis le dernier exercice de cette étape est de réciter les mois de l'année à l'envers en commençant par le dernier mois.

Etape 4 : Examen neurologique, qui comprend 5 questions auxquelles il faut répondre par oui ou par non (Le patient peut-il lire à voix haute (par ex. la liste des symptômes) et suivre des instructions sans difficulté ? Le patient a-t-il une amplitude de mouvements PASSIFS complète du rachis cervical sans douleur ? Sans bouger la tête ou le cou, le patient peut-il regarder sur les côtés, en haut et en bas sans voir double ? Le patient peut-il effectuer normalement le test de coordination doigt-nez ? Le patient peut-il effectuer normalement une marche en tandem ?) et un **examen de l'équilibre** qui consiste à faire passer une version modifiée du BESS test.

La première position est debout, pieds joints, mains sur les hanches et les yeux fermés. Il faut tenir cette position 20 secondes.

La deuxième position est debout sur le pied dominant, l'autre jambe en flexion, mains sur les hanches et les yeux fermés. Maintenir 20 secondes.

La troisième position debout, les pieds alignés l'un devant l'autre (pied non dominant derrière), mains sur les hanches et les yeux fermés. Tenir pendant 20 sec. On calcule le score du BESS modifié en comptant un point pour chaque erreur faite au cours des trois tests de 20 secondes. Le nombre maximal d'erreurs par position est de 10. Les erreurs possibles sont les mains qui quittent les hanches,

l'ouverture des yeux, des pas, trébuchement voire chute, déplacement des hanches en abduction > 30 degrés, soulèvement de l'avant-pied ou du talon et abandon de la position pendant plus de 5 secondes.

On demandera également au patient de lire à voix haute, on testera s'il a une amplitude passive complète du rachis cervical sans douleur, s'il peut regarder sur les côtés sans bouger la tête et le cou, d'effectuer 5 répétitions de l'épreuve doigt-nez (coordination) et de réaliser la marche en funambule / tandem sur une bande de 38mm de large et 3 mètres de long.

**Etape 5** : La mémoire différée, elle est testée en dernier et 5 min après minimum du test sur la mémoire immédiate. On demande au patient s'il se souvient de la liste de mot lue précédemment, et de citer le plus de mots possible dans n'importe quel ordre. On note un point par réponse correcte.

**Etape 6** : Décision en fonction des données recueillies précédemment :

Domaine	Date et heure de l'évaluation:			Date et heure du traumatisme: _____
Nombre de symptômes (sur 22)				Si vous connaissiez l'athlète avant le traumatisme, notez-vous des différences par rapport à d'habitude? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Je ne sais pas <input type="checkbox"/> Ne s'applique pas (En cas de différence, décrivez pourquoi dans la section des notes cliniques)
Score de gravité des symptômes (sur 132)				Commotion cérébrale diagnostiquée? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Je ne sais pas <input type="checkbox"/> Ne s'applique pas
Orientation (sur 5)				En cas de nouveau test, y a-t-il des progrès? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Je ne sais pas <input type="checkbox"/> Ne s'applique pas
Mémoire immédiate	sur 15 sur 30	sur 15 sur 30	sur 15 sur 30	<b>Je suis médecin ou professionnel de la santé diplômé et j'ai personnellement fait passer ce SCAT5 ou je l'ai supervisé.</b>
Concentration (sur 5)				Signature: _____
Examen neurologique	Normal Anormal	Normal Anormal	Normal Anormal	Nom: _____
Erreurs d'équilibre (sur 30)				Titre: _____
Mémoire différée	sur 5 sur 10	sur 5 sur 10	sur 5 sur 10	Numéro d'inscription (si applicable): _____
				Date: _____

Figure 6 : Extrait d'une étape de la SCAT5

En résumé, le SCAT5 offre une approche holistique pour évaluer les athlètes présumés avoir subi une commotion cérébrale, en prenant en compte une variété de symptômes, de fonctions neurologiques et d'aspects cognitifs et émotionnels. Cela aide à guider les décisions médicales concernant le retour à l'activité sportive après une commotion cérébrale. Cependant la SCAT5 affirme que « *les données de score du SCAT5 ne doivent pas être utilisées comme seule méthode pour diagnostiquer une commotion cérébrale, évaluer la convalescence de l'athlète ou pour décider de son aptitude à reprendre la compétition après une commotion cérébrale* ».

### 1.13 Le rôle du masseur-kinésithérapeute dans le monde du sport

La profession de masseur-kinésithérapeute (MK) évolue vers une pratique de plus en plus étendue et diversifiée. Depuis la réforme de 2016, la masso-kinésithérapie est officiellement reconnue comme une profession paramédicale impliquée à différents niveaux de la santé. Elle inclut la promotion de la santé, la prévention et le diagnostic kinésithérapique, ainsi que le traitement des troubles du mouvement, des déficiences et des altérations fonctionnelles. La commotion cérébrale, en tant qu'altération de la fonction cérébrale, peut entraîner des déficiences fonctionnelles et des limitations d'activités significatives, ce qui en fait un enjeu majeur d'identification.

Le MK joue plusieurs rôles, notamment celui d'expert en masso-kinésithérapie, de communicant et de garant du respect des principes déontologiques. La compétence 3 du MK<sup>5</sup>, qui consiste à concevoir et conduire des actions de promotion de la santé, d'éducation thérapeutique, de prévention et de dépistage, implique la réalisation d'actions de prévention primaire et secondaire, ainsi que la sensibilisation et le conseil individuel ou collectif sur le dépistage des déficiences et des facteurs de risque en santé.

Le MK du sport, en particulier, est un expert dans son domaine. Il possède une expertise en kinésithérapie du sport, une spécialité de la profession qui peut nécessiter une formation complémentaire. Le MK du sport est impliqué dans la préparation physique des sportifs, le traitement des pathologies spécifiques, les conseils en nutrition et le suivi des sportifs, et peut exercer en cabinet libéral, en club ou dans des structures spécialisées. Au sein des clubs, il joue souvent un rôle pivot entre les sportifs, les médecins, les entraîneurs et les préparateurs physiques.

Dans le monde du sport amateur, l'encadrement peut être limité, dans certaines situations le MK du sport peut être le seul professionnel de santé disponible. Il a pour responsabilité de surveiller les matchs ou les compétitions, d'évaluer rapidement la gravité des traumatismes et de décider si le sportif doit continuer à jouer ou non. En cas d'urgence et en l'absence d'un médecin, le MK est habilité à fournir les premiers soins nécessaires en masso-kinésithérapie et à informer le médecin des interventions réalisées.

Il est impératif que le MK soit en mesure de dépister et de prévenir les problèmes de santé liés à la pratique sportive, y compris les commotions cérébrales. Une revue des outils de dépistage en vigueur de la CC dans le sport est donc pertinente pour les MK, afin d'évaluer leur fiabilité, leur validité et leur applicabilité clinique.

---

<sup>5</sup> <https://www.urps-kine-idf.com/blog/comprendre-les-11-competences#:~:text=Compétence%203%203A%20Concevoir%20et%20conduire,de%20prévention%20et%20de%20dépistage.>

## 1.14 Données clinimétriques étudiées

Les données clinimétriques se réfèrent aux mesures et aux évaluations utilisées en médecine et dans les sciences de la santé pour évaluer des paramètres cliniques tels que la santé, le fonctionnement physique, mental ou social, ainsi que la gravité des symptômes ou des maladies. Notre revue de littérature s'intéressera à celles de la Sport Concussion Assessment Tool ; protocole employé dans le diagnostic des CC comme énoncé précédemment. Nous nous attarderons plus particulièrement sur la validité et la fiabilité de ce test.

D'après une revue de *Fortin et al.* la **fiabilité** se définit comme « le degré de constance ou d'exactitude avec lequel un instrument ou une technique mesure le concept ou le phénomène qu'il est supposé mesurer. » [24] La fiabilité d'un instrument de mesure correspond à sa capacité à produire des résultats cohérents et reproductibles lorsqu'il est utilisé à plusieurs reprises. En d'autres termes, elle évalue la stabilité des mesures fournies par l'outil sur une période de temps donnée.

La fiabilité peut être examinée à travers deux aspects principaux : la **fiabilité intra-examineur**, qui évalue la cohérence des mesures réalisées par le même examinateur sur des occasions différentes dans un intervalle de temps adéquat où le praticien n'aurait pas eu le temps d'observer une amélioration de l'état du patient et où il aurait oublié les résultats du premier test ; et la **fiabilité inter-examineurs**, qui évalue la concordance des mesures effectuées par différents examinateurs sur le même sujet dans un laps de temps très court afin que le patient n'est pas vu son état de santé changer.

La fiabilité absolue n'est pas réalisable car les circonstances du test sont toujours sujettes à des variations. Ces variations sont principalement influencées par le praticien qui administre le test, le patient lui-même et les caractéristiques intrinsèques du test.

Toujours selon l'article de *Fortin et al.* la **validité** se définit comme « le degré auquel l'instrument mesure ce qu'il est supposé mesurer, c'est-à-dire le concept évalué » [24]. Elle reflète la capacité d'un test à évaluer avec précision ce qu'il est supposé évaluer.

Étant donné que nous allons examiner la validité, nous allons également définir des concepts tels que la sensibilité, la spécificité et les ratios de vraisemblance positive et négative. Ces paramètres sont indispensables pour évaluer la validité d'un test.

La validité par critère concurrente repose sur l'existence d'un Gold Standard, un test de référence avec une validité élevée, permettant de mesurer avec une grande précision ce que l'on souhaite évaluer. Cette forme de validité permet d'évaluer soit l'état de santé actuel, connue sous le nom de validité concurrente, soit de prédire l'état de santé futur, ce qui est appelé validité prédictive. En l'absence d'un Gold Standard, on se tourne vers la validité par construit. Étant donné qu'il n'existe pas de référence incontestable pour diagnostiquer une commotion cérébrale, c'est ce type de validité qui retient notre attention ici. Dans le cas des CC, il n'existe pas de gold standard donc nous parlerons de validité par construit.

La **sensibilité** d'un test mesure sa capacité à identifier correctement les cas positifs, c'est-à-dire à donner un résultat positif lorsque l'affection est réellement présente :  $Se = VP/VP+FN$ .

Un test hautement sensible (avec une sensibilité proche de 1) a la capacité d'écarter l'affection si il est négatif.

La **spécificité** d'un test mesure sa capacité à donner un résultat négatif lorsque l'affection est réellement absente :  $Sp = VN/FP+FN$ .

Un test hautement spécifique (avec une spécificité proche de 1) a la capacité de confirmer l'affection si le résultat est positif.

Les **ratios de vraisemblance** fournissent des informations sur la performance d'un test de diagnostic. Un ratio de vraisemblance positif éloigné de zéro indique une forte validité du test avec peu de faux positifs. D'autre part, un ratio de vraisemblance négatif proche de zéro indique une forte validité du test avec peu de faux négatifs :  $RV+ = Se/(1-Sp)$  et  $RV- = (1-Se)/Sp$ .

Par ailleurs, puisque nous examinons les ratios de vraisemblance, il est pertinent de définir également les **Diagnostic Odds Ratio (DOR)**.

Ils se calculent de la façon suivante :  $DOR = RV+/RV-$

### 1.15 Intérêt et objectif de cette revue de littérature

En raison de la diversité des cas de commotions cérébrales, il est essentiel d'adopter une approche multidisciplinaire pour sa gestion. Les ressources de soins de santé varient en fonction de l'environnement et du niveau sportif, mais une équipe collaborative composée de médecins du sport, de neurologues, de masseurs-kinésithérapeutes et d'autres thérapeutes du sport peut être mobilisée pour optimiser les soins du patient.

Les kinésithérapeutes faisant partie de cette équipe de soins possèdent un ensemble de compétences qui peut contribuer à la détection, à l'évaluation, au traitement et à la prévention des commotions cérébrales, favorisant ainsi le retour au sport et au travail. Cependant, le rôle du kinésithérapeute peut varier en fonction de ses compétences individuelles, des symptômes du patient et des protocoles spécifiques liés au type de sport.

En effet, la profession de MK regroupe une multitude des compétences telles que le dépistage des pathologies et de ses individus à risque. L'identification précoce de la commotion cérébrale dans le domaine sportif représente un défi crucial pour l'équipe médicale. C'est une blessure, souvent sous-estimée et mal diagnostiquée, nécessitant une reconnaissance rapide pour retirer le joueur du jeu et débiter des soins précoces. Dans le contexte du sport amateur, le masseur-kinésithérapeute peut se trouver en première ligne face aux blessures, devant rapidement repérer et évaluer la gravité d'un

traumatisme. Il doit ensuite décider si le sportif doit se retirer temporairement ou définitivement, en s'appuyant sur divers tests d'évaluation, dont le SCAT.

Cette revue de littérature aura donc pour objectif de déterminer si le SCAT, outil d'évaluation pouvant être employé par un masseur-kinésithérapeute, est défini par des propriétés métrologiques permettant d'affirmer qu'il est légitime de l'utiliser lors de suspicions de commotions.

La question clinique qui permettra d'aborder le sujet de cette revue de littérature est la suivante :

**La Sport Concussion Assessment Tool permet-elle de diagnostiquer les commotions cérébrales chez les sportifs ?**

## 2 Méthode

### 2.1 Protocole

Ce travail de fin d'études prendra la forme d'une revue de littérature systématique, répondant à une question clinique de nature diagnostique. La rédaction de ce mémoire suivra les directives de la PRISMA CHECKLIST.

### 2.2 Critère d'éligibilité

Les critères d'éligibilité ont été définis en répondant aux critères PICO. C'est un concept utilisé pour formuler des questions scientifiques de recherche dans le domaine de la santé. Chaque lettre de l'acronyme désigne un mot clé:

**P** : patient / problème médical;

**I** : intervention évaluée;

**C** : comparateur;

**O** : out come/ évènement mesuré / résultat clinique / critère de jugement.

La Sport Concussion Assessment Tool étant un protocole employé dans le cadre sportif, **la population** sélectionnée pour notre revue de littérature se doit d'être constituée uniquement de sportifs. Nous n'accorderons pas d'importance au sexe des participants, les sportifs pourront être des hommes comme des femmes. Cependant, leur âge devra être supérieur à 13 ans car en dessous c'est la child SCAT qui est mise en oeuvre.

**L'intervention** évaluée sera l'administration de la SCAT 3 ou la SCAT5.

Comme nous l'avons vu précédemment, il n'y a pas de gold standard pour l'identification d'une commotion cérébrale. **Le comparateur** sera donc différent selon les études, mais souvent il s'agira de comparaisons avec des données de références obtenues en amont (administration de la SCAT sur les sportifs sains avant la survenue d'un accident).

Quant à nos **critères de jugement**, ce seront les propriétés métrologiques, plus précisément la validité et la fiabilité.

On se retrouve ainsi avec ces critères :

- **Population** = Sportifs, homme ou femme d'un âge > ou = à 13 ans
- **Intervention** = Sport Concussion Assessment Tool 3 ou 5
- **Comparateur** = Dans notre revue il n'y a pas de comparateur unique car il n'existe pas de gold standard dans le diagnostic et l'évaluation des commotions cérébrales à ce jour.
- **Outcome** = Validité ou fiabilité ou propriété métrologiques

### 2.2.1 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion sont :

- Les études rédigés en français ou anglais
- Les essais qui étudieront les différentes versions de la SCAT à partir de la 3
- Les études diagnostiques qui traiteront d'au moins une des propriétés étudiées : fiabilité et validité
- La population étudiée sera des sportifs (homme ou femme) d'âge supérieur ou égal à 13 ans

Un autre point qui guidera notre inclusion d'articles dans la revue est leur schéma d'étude. La question de recherche étant diagnostique, nous privilégierons les études de validation diagnostique, c'est-à-dire les études **diagnostiques prospectives**, les **études de cohorte** ou les **études cas-témoins**. Ces types d'études permettent d'évaluer les performances diagnostiques des tests, des outils ou des critères utilisés pour identifier une condition spécifique.

### 2.2.2 Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion quant à eux seront :

- Les essais cliniques rédigés dans une autre langue que l'anglais ou le français
- Les études dont la population est plus jeune que 13 ans
- Les études travaillant sur des versions de la SCAT plus récentes que la version 3
- Les méta-analyses
- Les études datant d'avant 2013. (La SCAT-3 a été mise au point en 2013 donc les études dateront forcément de 2013 et plus)

## 2.3 Méthodologie de recherche des études

Pour pouvoir répondre à la problématique, une recherche dans la littérature a été conduite depuis septembre 2023 jusqu'à avril 2024 à partir des recommandations PRISMA. Des banques de données comme Pubmed ont été interrogées. L'échange avec différents masseur-kinésithérapeutes diplômés ainsi que les groupes de réseau m'ont permis de consulter différents mémoires qui m'ont aidé dans l'orientation de mes recherches et dans la méthode d'écriture. La lecture de livres en bibliothèque universitaire ou achetés car potentiellement intéressants a permis d'aider dans la définition des mots clés et d'orienter la recherche. Enfin une lecture minutieuse des bibliographies incluses dans les publications retenues a été effectuée afin de dégager des articles susceptibles d'aider notre recherche.

- Les articles recherchés en **bibliothèque de santé** et **sur internet** ont été sélectionnés indépendamment. Les mots clés en français sont commotion cérébrale, traumatisme crânien léger, évaluation, SCAT 3 et 5, symptômes, validité, fiabilité et en anglais concussion, mild traumatic brain injury, sport related concussion, SCAT5, symptom, assessment, reliability, validity.

- La **recherche bibliographique** aurait dû être effectuée par deux examinateurs afin de limiter les biais et les sélections subjectives. Malheureusement dans le cadre de ce mémoire cela était impossible. Les études sélectionnées répondaient à nos différents critères d'inclusion. Nous avons utilisé le site HeTOP pour établir les termes meSH et leurs synonymes correspondants afin que l'équation de recherche soit la plus pertinente possible.

Les mots clefs pour notre population sont : adult, athlete, concussion, brain concussion, mild concussion, sport related concussion, mild traumatic brain injury

Les mots clefs pour notre intervention sont : SCAT, sport concussion assessment tool, evaluation, assessment, scale

Les mots clefs pour notre critère de jugement sont : reliability, validity, clinimetric properties, metrological properties, sensitivity, specificity, diagnosis values, interrater reproductibility, reproductibility, inter examiner reliability, intra examiner reliability, interrater reliability, intra examiner reproductibility, inter examiner reproductibility.

### 2.3.1 Equation de recherche soumise dans la base de donnée PubMed

((reliability[Title/Abstract]) OR (validity[Title/Abstract])) AND ((SCAT[Title/Abstract]) OR (sport concussion assessment tool[Title/Abstract]))

### 2.3.2 Equation de recherche soumise dans la base de donnée Google scholar

SCAT concussion reliability or validity

## 2.4 Méthode d'extraction et d'analyse des données

### 2.4.1 Méthode de sélection des études

La première étape de notre sélection des études est la saisie des différentes équations de recherche dans les bases de données que nous avons décidé d'investiguer. Une première sélection préliminaire sera effectuée en se basant sur les titres des articles, nous excluons les doublons et ceux non pertinents pour notre revue en fonction de nos critères d'exclusions cités précédemment.

Après avoir saisi l'équation de recherche, nous procédons d'abord à une sélection préliminaire en se basant sur les titres des études, excluant les articles doublons et ceux non pertinents pour notre revue de littérature en fonction de nos critères d'exclusion vus précédemment.

Ensuite, nous affinerons cette sélection en examinant les abstracts des articles retenus à la première étape, appliquant les critères d'exclusion préalablement définis. Les études de type revue de littérature seront également écartées. Les articles similaires repérés lors de la lecture des résumés et

correspondant à notre sujet seront inclus et examinés à leur tour dans cette deuxième phase d'exclusion.

En dernier lieu, nous procéderons à une troisième étape qui impliquera une lecture intégrale des articles. Cette démarche nous permettra de finaliser notre sélection en éliminant les articles qui traitent d'autres paramètres que ceux que nous cherchons à mettre en avant.

Il est important de souligner que, même après cette sélection, des études pourront être exclues lors de l'évaluation de leur qualité méthodologique, en raison de la présence de biais significatifs.

## 2.4.2 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

L'évaluation de la qualité méthodologique des études incluses dans notre revue de littérature consistera à évaluer les biais de ces dernières. Pour se faire, deux échelles spécifiques aux questions de recherche de type diagnostique seront utilisées : la QUADAS-2 et la QAREL.

### 2.4.2.1 Évaluation des biais par la QUADAS-2

L'échelle Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies (annexe 8) est une échelle évaluant la qualité méthodologique des études de recherche diagnostique. Elle est très souvent utilisée dans la recherche pour évaluer la fiabilité et la validité des études évaluant les tests de diagnostic. Cette échelle se décompose en trois phases :

La première phase consiste à analyser de manière qualitative la question clinique en tenant compte de la population ciblée, du contexte, des tests évalués, de la référence (le gold standard si il existe) et du protocole de mesure. La deuxième phase consiste toujours à évaluer qualitativement le schéma d'étude. La troisième phase se divise en quatre domaines. Le 1<sup>er</sup> domaine est le risque biais, il évalue les aspects liés à la conception et à la réalisation de l'étude susceptibles d'introduire des biais dans les résultats, tels que le processus de sélection des participants, l'exécution du test de diagnostic et le processus de référence. Le deuxième domaine est l'applicabilité, il évalue dans quelle mesure les caractéristiques de l'étude (population, tests de diagnostic, référence) correspondent à la question de recherche et à la population cible pour laquelle le test est destiné. Le troisième concerne les examens de référence, il évalue la qualité de l'examen de référence utilisé pour établir le diagnostic, en se concentrant sur sa précision et son adéquation par rapport à la population cible. Et enfin le dernier concerne le flux des patients et le calendrier des études, il évalue le risque de biais lié au flux des patients à travers l'étude et au moment où le test de diagnostic et l'examen de référence sont effectués.

L'échelle est faite de quelques questions (2 à 4) par domaine auxquelles il faut répondre par oui, non ou incertain. Pour chaque domaine, en fonction de ce que l'on a répondu aux questions nous devons dire si le potentiel biais induit est faible, élevé ou incertain.

Des scores élevés dans chaque domaine de la QUADAS-2 indiquent une meilleure qualité méthodologique de l'étude et renforcent la confiance dans les résultats. En revanche, des scores plus bas soulèvent des préoccupations quant à la validité et à la fiabilité des résultats de l'étude.

Afin de faciliter la lecture des résultats obtenus à la QUADAS-2 pour chacune des études, nous résumerons les résultats dans un tableau.

#### 2.4.2.2 *Evaluation des biais par la QAREL*

L'échelle Quality Appraisal of Reliability Studies (annexe 9) est une échelle conçue pour évaluer la qualité méthodologique des études diagnostiques évaluant la précision diagnostique des tests ou des outils médicaux. Elle permet aux évaluateurs de noter chaque critère sur une échelle prédéfinie et de fournir une évaluation globale de la qualité méthodologique de chaque étude. Cette évaluation de la qualité des études incluses dans une revue de littérature est importante pour interpréter les résultats de manière appropriée et tirer des conclusions fiables sur la précision diagnostique des tests évalués. Cette échelle est souvent employée dans les revues de littérature pour évaluer la fiabilité et la validité des études incluses. Les principaux éléments et critères évalués par la QAREL sont les suivants :

- La clarté de la question de recherche, la pertinence clinique et la description des participants
- Evaluer la conception de l'étude, y compris la description du protocole d'étude, le recrutement des participants, les critères d'inclusion et d'exclusion, et la description des méthodes de mesure
- Evaluation du flux des participants à travers l'étude, y compris le nombre de participants inclus, exclus et perdus de vue, ainsi que les raisons de l'exclusion ou de la perte de vue
- Evaluation des sources de biais, notamment le biais de sélection, le biais de référence, le biais de vérification et le biais d'interprétation.
- Evaluation de l'applicabilité des résultats de l'étude à la population cible et au contexte.

L'échelle est composée de 11 items auxquels il faut répondre par oui, non, incertain ou non évaluable. Nous comptons un point à chaque fois que l'on répond oui à un item, et nous nous retrouvons ainsi avec un score total sur 11 pour chaque article. Ce score donne une indication globale de la qualité méthodologique de l'étude évaluée, un score plus élevé traduit en principe une étude de meilleure qualité. Il peut être utile de comparer le score de l'étude évaluée avec celui d'autres études incluses dans la revue systématique pour aider à évaluer la cohérence de la qualité méthodologique des études incluses dans l'analyse globale. A noter que certains critères évalués par la QAREL peuvent avoir plus d'impact que d'autres sur la validité des résultats.

Afin de faciliter la lecture des résultats obtenus à la QAREL pour chacune des études, nous résumerons les résultats dans un tableau.

#### 2.4.3 *Extraction des données*

Les études sélectionnées seront enregistrées à l'aide de Mendeley Desktop pour faciliter la gestion et la classification des articles en fonction de leurs caractéristiques métrologiques. L'outil "Notes générales" sera utilisé pour organiser les informations pertinentes pour chaque étude, telles que le nombre et les caractéristiques des participants, les propriétés métrologiques évaluées, les méthodes statistiques utilisées et les résultats obtenus. Ensuite, en exploitant les fonctionnalités de classement de Mendeley, des tableaux descriptifs seront élaborés pour présenter les études. Le premier tableau sera organisé chronologiquement, fournissant des détails tels que la date de publication, l'auteur

principal, le nombre de participants et les propriétés métrologiques examinées. Les résultats statistiques pour les propriétés métrologiques évaluées seront synthétisés dans des tableaux séparés en fonction des études.

Nous procéderons à une analyse qualitative des résultats. En effet, nous verrons plus tard qu'au vu des méthodes utilisées dans les différentes études incluses qui varient considérablement, il peut être difficile d'harmoniser les résultats pour une analyse quantitative cohérente.

Pour évaluer la fiabilité inter et intra-examineur, nous utiliserons l'analyse du **coefficient de Spearman**, étant donné la nature qualitative des variables. Le coefficient de Spearman est une mesure de corrélation qui permet de mesurer une relation de monotonie entre deux variables à partir du rang des données<sup>6</sup>. Ce coefficient noté  $r_s$  s'interprète de la manière suivante :

- Si  $r_s$  est proche de 1, une relation monotone positive entre les variables peut être conclue
- Si  $r_s$  est proche de 0, il n'y a aucune relation monotone entre les variables
- Si  $r_s$  est proche de -1, une relation monotone négative entre les variables peut être conclue

Dans les études analysant la fiabilité nous pouvons aussi être amené à retrouver le **coefficient de Pearson**, noté  $r$ . Celui-ci permet de mesurer une relation linéaire entre deux variables continues. Il s'interprète de la manière suivante :

- Si  $r$  est proche de 1, les variables sont dépendantes linéairement positivement
- Si  $r$  est proche de 0, les variables n'affichent aucune relation linéaire entre elles
- Si  $r$  est proche de -1, les variables sont dépendantes linéairement négativement

En résumé, l'objectif pour la fiabilité est d'établir la concordance entre les résultats de deux tests réalisés par le même examinateur ou par deux examinateurs différents.

Concernant la validité, l'analyse statistique se concentrera sur la sensibilité et la spécificité en raison de la nature qualitative des variables. Nous pourrons également retrouver les **coefficients de Spearman et de Pearson** cités précédemment, une forte corrélation entre une mesure de référence et les scores obtenus à un test, exprime une validité de construit.

Une autre information statistique que nous pouvons analyser concernant la validité sont les **courbes ROC**. Ce sont des outils graphiques utilisés pour évaluer la performance diagnostique d'un test. Une courbe ROC est un graphique bidimensionnel avec l'axe des abscisses représentant le taux de faux positifs (1 - spécificité) et l'axe des ordonnées représentant le taux de vrais positifs (sensibilité).

Pour quantifier la performance globale du test, on calcule souvent l'aire sous la courbe ROC (AUC). La valeur de l'**AUC** peut varier de 0 à 1, où une valeur de 1 indique une performance parfaite (aucun faux positif, aucune erreur), et une valeur de 0,5 indique une performance équivalente à celle du hasard (aucune capacité de discrimination). En résumé, les courbes ROC fournissent une représentation visuelle de la performance diagnostique d'un test, elles mettent en balance sensibilité et spécificité à différents seuils de classification.

---

<sup>6</sup> <https://datascientest.com/correlations-de-pearson-et-de-spearman>

## 2.5 Synthèse des données

Après avoir effectué des analyses qualitatives, nous entreprendrons dans la section discussion une auto-évaluation des risques de biais de notre revue de littérature en s'appuyant sur l'échelle AMSTAR-2 (Annexe 10). Le niveau de preuve de notre travail sera aussi évalué en utilisant le système GRADE.[26]

Ensuite, nous procéderons à une analyse de nos résultats et de leur applicabilité dans la pratique clinique. Enfin, nous concluerons notre revue de littérature.

## 3 Résultats

### 3.1 Processus d'inclusion des études

Nous allons à présent expliquer le processus de sélection des études incluses dans notre revue de littérature. Ce processus est schématisé ci-dessous par un diagramme de flux.

Après avoir soumis notre équation de recherche dans les bases de données étudiées Pubmed et Google scholar, 280 articles ont été identifiés. Sur google scholar nous avons sélectionné le filtre « article de revue » et sur Pub Med avant de rentrer l'équation nous avons sélectionné « Title/abstract ». Ensuite nous avons actualisé la date de publication pour exclure les articles publiés avant 2013 étant donné que la version 3 de la SCAT est apparue en 2013. Cela a entraîné l'élimination de 42 articles. Ensuite nous avons procédé à une deuxième sélection en examinant attentivement les titres et abstracts des articles. Après ce processus, 234 articles ont été éliminés, ne laissant que 4 études. Ces exclusions ont été motivées par le fait que les articles ne correspondaient pas au schéma d'étude recherché ou ne répondaient tout simplement pas aux objectifs de notre revue. Nous avons ensuite poursuivi en lisant intégralement les articles, suite à ça aucun articles n'a été exclu.

Nous avons donc au total 4 articles scientifiques inclus dans notre revue de littérature.

Ce processus est résumé par le diagramme de flux présent sur la page suivante.

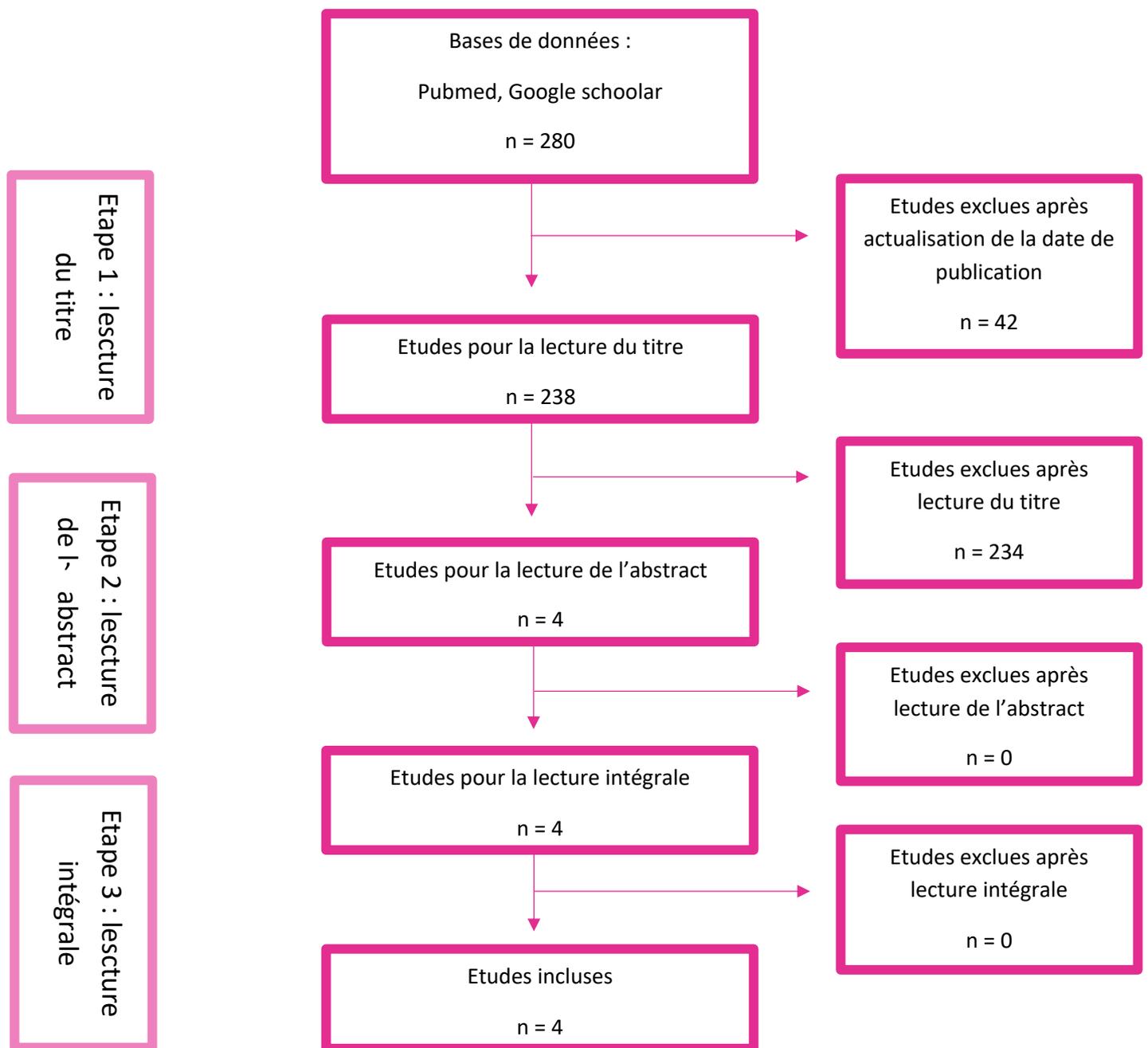


Figure 7 : diagramme de flux des études incluses

### 3.2 Description des études incluses

Parmi les quatre articles retenus pour notre revue de littérature *Hänninen et al. (2020)* [28] étudie la fiabilité, *Downey et al. (2018)* [27] et *Bruce et al. (2020)* [29] travaillent sur la validité et *Chin et al. (2016)* [30] examine les deux propriétés.

Concernant la population, elle est constituée uniquement d'athlètes professionnels et amateurs. Nous nous retrouvons avec un total de 751 patients. Pour la validité, nous avons 644 sujets dont 338 témoins et pour la fiabilité 437 sujets dont 186 témoins. Le nombre de patients par étude varie de 45 à 314. Les quatre études confondues, la population est constituée de 81,375% d'hommes.

L'âge moyen de la population pour *Chin et al. (2016)* est 17 ans, 19,64 ans pour *Downey et al. (2018)* et 22,5 ans pour *Hänninen et al. (2020)* est de 19,7 ans. Quant à *Bruce et al. (2020)* nous avons l'âge moyen des patients qui ont passé les tests de pré-saison pour constituer la baseline : 25,49 ans. Il n'y a pas de différence d'âge significative entre les sous-groupes.

La SCAT est un protocole regroupant plusieurs sous-tests, les différentes études ont ciblé certains d'entre eux et ont porté leurs analyses seulement sur ces sous-tests et non sur l'intégralité du protocole. *Chin et al. (2016)*, *Downey et al. (2018)*, *Bruce et al. (2020)*, et *Hänninen et al. (2020)* portent les mesures de leurs résultats sur les 3 sous-tests principaux : l'échelle des symptômes post-commotion cérébrale (PCSS), l'évaluation standardisée de la commotion cérébrale (SAC) et le système modifié de notation des erreurs d'équilibre (m-BESS). A noter que *Bruce et al.* et *Hänninen et al.* évaluent la version 5, avec les modifications que celle-ci implique par rapport à la version 3.

Dans toutes les études incluses, le consentement éclairé des patients ainsi que l'approbation des protocoles d'étude par un comité d'éthique de protection des participants sont documentés.

Article	Schéma d'étude	Population étudiée	Tests étudiés	Points temporels d'intervention	Propriété métrologique étudiée
<i>Chin et al. (2016)</i>	Etude cas/témoin	<b>n= 330</b> dont n cas= 166 n témoins= 164 Â= 17 ans	SCAT3 - PCSS - SAC - mBESS	. test de référence en début de saison . test le jour de l'accident . test à 8j . test à 15j . test à 45j	Validité Fiabilité
<i>Downey et al. (2018)</i>	Etude de cohorte	<b>n= 45</b> n cas= 23 (10 hommes, 13 femmes) n témoins= 22 (9 hommes, 13 femmes) Â= 19,64 ans	SCAT3 - PCSS - SAC - mBESS	. Test de référence en début de saison . Test le J de l'accident . Test à 3-5j . Test à 3 semaines	Validité
<i>Bruce et al. (2020)</i>	Etude cas/témoin	<b>n= 314</b> n cas= 140 n témoins= 174 100% d'hommes Â= 25,49	SCAT5 - PCSS - SAC - Examen neuro - mBESS	. test de référence en début de saison . test le jour de l'accident	Validité
<i>Hänninen et al. (2020)</i>	Etude longitudinale	<b>n cas= 62</b> 100% d'hommes Â= 22,5 ans (de 17 à 30 ans)	SCAT5 - PCSS - SAC - mBESS	. un test à J1 . un test 2 semaines après	Fiabilité

Tableau III: Description des études incluses dans la revue. Â : âge moyen, n : nombre de patients

Nous allons à présent décrire et expliquer brièvement les méthodes de chacune des études.

### 3.2.1 Determining sensitivity and specificity of the Sport Concussion Assessment Tool 3 (SCAT3) components in university athletes

« Determining sensitivity and specificity of the Sport Concussion Assessment Tool 3 (SCAT3) components in university athletes » est une **étude de cohorte** menée par **Downey et al.** 524 athlètes de l'université de Toronto pratiquant des sports à haut risque de commotion cérébrale ont été sélectionnés pour réaliser le test de pré-saison, à savoir la SCAT3. C'est-à-dire que ces 524 sportifs ont passé le protocole de la SCAT3 avant de débiter leur championnat et leurs résultats ont servi à constituer une baseline, autrement dit des données de référence. Durant la période d'étude, 23 de ces athlètes ont été diagnostiqués avec une commotion cérébrale, ils formeront le sous-groupe « cas ». Suite à ça 22 témoins (sportifs n'ayant subi aucune commotion) ont été choisis. Les sous-tests de la SCAT qui vont être évalués sont la PCSS, la SAC et le m-BESS. Les deux sous-groupes sont soumis à ces tests 3 fois, le **jour même** de l'accident, **3-5 jours** post commotion et au bout de **3 semaines**, puis les résultats obtenus seront analysés et interprétés pour en dégager la validité. Les questions de base incluses dans le SCAT3 ont été utilisées pour évaluer si certaines caractéristiques modifiaient les scores SCAT3 de base (c'est-à-dire combien de commotions cérébrales pensez-vous avoir eu dans le passé ? Avez-vous déjà reçu un diagnostic de maux de tête ou de migraines ?).

### 3.2.2 Use of the Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) in professional hockey, part 2: which components differentiate concussed and non-concussed players?

« Use of the Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) in professional hockey, part 2: which components differentiate concussed and non-concussed players? » rédigée par **Bruce et al.** est une **étude cas/témoin**. 1924 joueurs de hockey professionnels en camp d'entraînement ont été soumis à la SCAT5 avant le début de saison. Ensuite en cas de suspicion de CC ils étaient testés **le jour J** et recevaient le protocole SCAT5. Le SCAT5 modifié par la LNH a été adapté pour être utilisé dans la LNH et a été administré via une application personnalisée, qui reproduit tous les composants du SCAT5 original avec des modifications pour améliorer l'administration standardisée de l'instrument en présentant de manière audible les listes de mots pour évaluer la mémoire immédiate et les chiffres à réciter à l'envers à une vitesse d'un élément par seconde. Les joueurs ont choisi parmi huit langues différentes (anglais, suédois, français, russe, tchèque, finnois, slovaque ou allemand) pour évaluer leurs symptômes sur l'échelle des symptômes post-commotion cérébrale (PCSS). Le reste du protocole a été administré en anglais. Pendant la saison, 314 d'entre eux ont été soumis au protocole commotion le jour même de la suspicion. Parmi les 314, 140 ont été diagnostiqués avec une commotion par leur équipe de médecins. Les joueurs testés mais non diagnostiqués avec une commotion vont constituer le groupe témoin.

### 3.2.3 Reliability and Validity of the Sport Concussion Assessment Tool–3 (SCAT3) in High School and Collegiate Athletes

« Reliability and Validity of the Sport Concussion Assessment Tool–3 (SCAT3) in High School and Collegiate Athletes » est une **étude de cohorte** dirigée par *Chin et al.* Dans cette étude 2018 athlètes des niveaux secondaire et collégial ont été soumis à des évaluations de base en pré-saison, comprenant la SCAT3. Leurs résultats ont permis de former une base de données référence. Ensuite, des réévaluations ont été conduites sur 166 athlètes blessés (avec commotion) et 164 témoins non blessés dans les **24 heures** suivant la blessure, ainsi qu'à **8, 15 et 45 jours** après l'incident. L'analyse s'est focalisée sur la sensibilité et la spécificité du SCAT3, en utilisant des seuils uniques post-lésion ou des critères d'indice de changement fiable (RCI) dérivés de cet échantillon. Une analyse de la fiabilité a été conduite également, en testant cette fois-ci uniquement le sous-groupe témoin. La fiabilité test-retest a été évaluée sur une **période longue** : test -> jour du test de référence / retest -> jour de la blessure (ce jour pouvait aller de 4 à 771 jours. Une moyenne a été établie à 196 jours). Cette période reflète l'intervalle test-retest moyen entre la ligne de base de pré-saison et le point d'évaluation de 24 heures. Et sur une **période plus courte** : test -> jour du test de référence / retest -> 7 jours plus tard. Cette période reflète la stabilité des mesures de l'évaluation de 24 heures au jour 8.

### 3.2.4 Reliability of the Sport Concussion Assessment Tool 5 baseline testing: A 2-week test–retest study

« Reliability of the Sport Concussion Assessment Tool 5 baseline testing: A 2-week test–retest study » est une **étude longitudinale** menée par *Hanninen et al.* et se porte sur 62 joueurs de hockey professionnels qui ont réalisé un test de pré-saison (SCAT5 : PCSS, SAC, m-BESS) à deux reprises à **deux semaines d'intervalle**. 33 des joueurs ont reçu le test par le même examinateur et les 29 autres ont eu des examinateurs différents. Les résultats ont ensuite été traités pour étudier la fiabilité de la SCAT5.

La Haute Autorité de Santé a évalué les niveaux de preuve et les grades de recommandation des écrits scientifiques. Selon ses critères, les études de cohortes sont classées au niveau 2 avec un grade B pour une présomption scientifique, tandis que les études longitudinales sont classées au niveau 4 avec un grade C pour un niveau de preuve scientifique considéré comme faible.

Auteurs	Type d'étude	Niveau de preuve
Downey et al	Etude de cohorte	2B
Chin et al	Etude de cohorte	2B
Bruce et al	Etude cas-témoin	3C
Hanninen et al	Etude longitudinale	4C

Tableau IV : Niveau de preuve des articles selon les critères de la HAS

### 3.3 Analyse des résultats

#### 3.3.1 Résultats de l'article Chin et al (2016)

Dans l'étude *Chin et al. (2016)* les analyses préliminaires ont montré une sensibilité et une spécificité équivalentes entre les scores SCAT3 post-lésion et les scores ajustés en fonction de la ligne de base. Les statistiques de la table 2 ( annexe 10) de l'article montre que pour la PCSS, la différence entre le groupe contrôle et le groupe des commotionnés est significative jusqu'au 8 ème jour ( $p$  value = .003 à j8). Pour la m-BESS aussi mais avec des résultats plus faibles ( $p$  value= .011 à j8) et pour la SAC la différence entre les deux groupes est significative seulement le jour même de l'accident ( $p$  value= .005 à 24h). En effet, l'aire sous la courbe ROC pour les mesures 24h post-commotion montre une bonne discrimination diagnostic pour le PCSS (0,86-0,88) mais pauvre pour la SAC et le m-BESS (0,55-0,62).

Les scores SAC et m-BESS ne dépendent pas du nombre de commotions cérébrales apparues antérieurement.

Aucun lien entre sexe et niveau d'étude sur les sous-test de la SCAT3 n'a été établi dans cette étude.

	Concussed (n=166)		Control (n=164)	P value
<b>PCSS</b>	24H	24,91	4,50	<0,001
	J-8	7,44	3,21	0,003
<b>SAC</b>	24H	25,54	26,38	0,005
<b>mBESS</b>	24H	4,16	2,90	<0,001
	J-8	3,34	2,50	0,011

Tableau V : Moyenne des scores obtenues aux sous-tests de la SCAT (Chin et al.)

Nous avons dans cet article des valeurs concernant les courbes ROC. En effet *Chin et al.* ont réalisé des courbes ROC entre les athlètes victimes d'une commotion cérébrale et les athlètes témoins pour les scores post-lésion par rapport aux scores ajustés en fonction de la ligne de base. Le point temporel de 24 heures a été choisi plutôt que les autres car les plus grandes tailles d'effet au niveau du groupe dans toutes les composantes de la SCAT3 ont été observées à ce point temporel. Nous pouvons lire dans ces résultats qu'au point temporel de 24h la PCSS affiche une capacité discriminatoire élevée (0,86-0,88) tandis que la SAC (0,58-0,56) et le m-BESS (0,62-0,56) révèlent une faible capacité discriminatoire.

	Score 24 heures	Score 24 heures avec les données de la baseline	P value
<b>PCSS</b>	0,86	0,88	0,897
<b>SAC</b>	0,58	0,56	0,901
<b>mBESS</b>	0,62	0,56	0,745

Tableau VI: Valeur AUC à 24 heures avec et sans ajustement avec les données de base

Chin et al. (2016) nous présente la fiabilité et les RCI associés pour un intervalle court (7 jours) pour illustrer l'effet de tests répétés plus rapides sur la stabilité des performances ; ainsi que pour un intervalle long, du jour où les tests pour la baseline ont été administrés jusqu'au jour de la blessure. (196 jours). L'échantillon étudié pour évaluer ce paramètre est le groupe contrôle, qui n'a pas de CC (n= 164).

Le coefficient de Pearson et de Spearman sont respectivement 0,63 et 0,62 pour la PCSS. Ce sont les valeurs obtenues les plus élevées pour un sous-test et traduisent la plus grande fiabilité des trois (PCSS, SAC, mBESS). En effet, un coefficient de Pearson ou de Spearman compris entre 0,5 et 0,8 indiquent une corrélation modérée, tandis que des valeurs inférieure à 0,5 signifie une faible corrélation.

A 7 jours d'intervalle*	Pearson r	Spearman r	ICC
Echelle des symptômes	0,63	0,62	0,62
SAC	0,49	0,50	0,42
m-BESS	0,57	0,52	0,56

Tableau VII : Fiabilité test-retest et scores de changement faibles dérivés de témoins non blessés (n = 164) à 7 jours d'intervalle. \* Replète la stabilité des mesures de l'évaluation de 24 heures au jour 8.

A 196 jours d'intervalle*	Pearson r	Spearman r	ICC
Echelle des symptômes	0,45	0,55	0,43
SAC	0,41	0,41	0,39
m-BESS	0,53	0,45	0,54

Tableau VIII : Fiabilité test-retest et scores de changement faibles dérivés de témoins non blessés (n = 164) à 196 jours d'intervalle. \* Replète l'intervalle test-retest moyen entre la ligne de base de pré-saison et le point d'évaluation de 24 heures.

### 3.3.2 Résultats de l'article Bruce et al (2020)

L'étude de Bruce et al. (2020) montre que les joueurs ayant subi une commotion cérébrale ont présenté un nombre plus élevé de symptômes (M = 8,52, SD = 4,78) par rapport aux joueurs du groupe témoin (M = 3,32, SD = 3,97). De plus, ils ont montré une performance inférieure tant dans les rappels de mots en mémoire immédiate (M = 19,34, SD = 4,06 pour la commotion cérébrale ; M = 21,53, SD = 2,94 pour le contrôle) que dans les tâches de rappel différé (z = -0,91 pour la commotion cérébrale ; z = -0,09 pour le contrôle) pendant l'évaluation initiale. En outre, les joueurs commotionnés ont commis davantage d'erreurs dans le mBESS et étaient plus enclins à signaler des symptômes tels que la vision double et les problèmes d'équilibre, constatés par les cliniciens. Cependant, aucune différence n'a été observée entre les groupes concernant la composante « concentration » de la SCAT5. Les résultats ont montré que tant le nombre de symptômes que les performances dans les tâches de rappel de listes, contribuaient de manière significative à l'identification des joueurs ayant subi une commotion cérébrale.

Les valeurs de la sensibilité, de la spécificité et de la VPP et VPN ont été calculées selon un seuil dérivé de l'index de Youden et deux seuils de performances : limite et basse (borderline et low). L' index de

Youden sert à quantifier à quel point un test est capable de différencier correctement entre les individus atteints et non atteints d'une maladie.

Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous sont celles de la sensibilité, de la spécificité, de la VPP et VPN de chaque sous tests évalués, calculées en fonction de l'indice de Youden.

	<b>Sensibilité</b>	<b>Spécificité</b>	<b>VPP</b>	<b>VPN</b>
<b>Mémoire immédiate</b>	62.14% (53.56–70.20)	63.79% (56.18 - 70.93)	58.00% (52.17–63.61)	67.68% (62.23–72.69)
<b>Mémoire différée</b>	55.71% (47.08–64.10)	71.84% (64.53-78.38)	61.42% (54.62–67.80)	66.84% (62.09–71.28)
<b>m-BESS</b>	40.00% (29.81–50.87)	86.02% (77.28-92.34)	73.47% (61.17–82.96)	59.70% (55.12–64.12)
<b>Total des symptômes</b>	87.86% (81.27–92.76)	67.24% (59.73-74.15)	68.33% (63.36–72.92)	87.31% (81.33–91.58)
<b>Sévérité des symptômes</b>	81.43% (73.98–87.50)	73.56% (66.36-79.95)	71.25% (65.64–76.27)	83.12% (77.48–87.57)

Tableau IX : Résultats des analyses statistiques évaluant la validité (Bruce et al.)

### 3.3.3 Résultats de l'article Downey et al (2018)

Dans l'étude de Downey et al (2018) durant les phases aiguë (3-5 jours) et post-aiguë (3 semaines) d'une commotion cérébrale, la sensibilité s'est avérée la plus élevée pour l'échelle des symptômes totaux du PCSS (aigus : 47,4 à 61,9 % ; post-aigus : 40 à 58,3 %) et pour l'échelle de gravité des symptômes (aigus : 36,8 à 39,1 % ; post-aigus : 20 à 25 %). Le m-BESS (aigu : 7,14 à 15,4 % ; post-aigu : 14,3 à 20 %) et le SAC (aigu : 0 à 15,4 % ; post-aigu : 0 %) ont démontré une faible sensibilité globale aux deux moments du test, que les données de référence aient été utilisées ou non. Les valeurs de spécificité sont restées élevées pendant les deux périodes de test, quelle que soit l'approche. Lorsque les sous-tests du SCAT3 ont été combinés, la sensibilité a augmenté à la fois dans la phase aiguë (75,8 à 76,2 %) et dans la phase post-aiguë de la blessure (61,6 à 73,2 %). Ces résultats sont obtenus avec un intervalle de confiance de 0,70 avec la méthode RCI. A noter qu'avec l'intervalle de confiance le plus élevé (0,90) la sensibilité de la SCAT3 est diminuée : la sensibilité des trois sous-test combinés par l'IFC à 90 est de 60,6%.

	Sensibilité	Spécificité
PCSS	A : 47,4 à 61,9 %	86,4% à 91,7%
	PA : 20 à 25 %	93,3% 100%
Sévérité des symptômes	A : 36,8 à 39,1 %	100%
	PA : 20 à 25 %	96,8%
SAC	A : 0 à 15,4 %	91,7% 95,7%
	PA : 0 %	96,7%
mBESS	A : 7,14 à 15,4 %	91,3% à 95,8%
	PA : 14,3 à 20 %	93,1% à 100%

Tableau X : Sensibilité et spécificité des sous-tests SCAT3 en phase aiguë et post-aiguë de blessure en utilisant une approche test-retest et normative. Légende : A = phase aiguë, PA = phase post-aiguë (3 semaines après blessure)

La sensibilité des trois sous test combinés est en phase aiguë = **75,8% à 76,2%** et en post-aiguë = **61,6% à 73,2%**. La spécificité en phase aiguë = **100%** et en post-aiguë = **100%**.

### 3.3.4 Résultats de l'article Hänninen et al (2020)

Les résultats de Hänninen et al (2020) montrent que les symptômes ont affiché une forte fiabilité test-retest ( $r_s=0,85$ ,  $p<0,001$ , sig  $r$   $p<0,001$  pour le score ;  $r_s=0,84$ ,  $p<0,001$ , sig  $r$   $p<0,001$  pour la gravité). En revanche, les coefficients de fiabilité du SAC ( $r_s=0,58$ ,  $p<0,001$ , sig  $r$  :  $p = 0,412$ ) et du m-BESS ( $r_s = 0,40$ ,  $p = 0,001$ , sig  $r$  :  $p = 0,607$ ) étaient nettement inférieurs à ceux des symptômes. Plus de la moitié (52 %) des athlètes ont rapporté au moins un symptôme de base (Md = 1, M = 2,2, SD = 3,3). Les symptômes les plus fréquemment mentionnés étaient la fatigue, le manque d'énergie et les douleurs au cou. Les variations importantes dans les scores totaux du SAC (plage = 28-45, Md = 35, M = 35,4, SD = 4,2) et dans les scores de changement test-retest du SAC (plage de -7 à +11) étaient principalement attribuables à la variabilité des performances en mémoire, évaluée à l'aide de listes de mots de 10 éléments. Le nombre d'erreurs de position sur une jambe lors du m-BESS (Md = 1, M = 3,2, SD = 4,0) était plus élevé que les erreurs en position Tandem (Md = 0, M = 2,0, SD = 3,6). (Annexe 10)

	$r_s$	$p$ value
PCSS score	0,85	<0,001
Gravité des symptômes	0,84	<0,001
SAC	0,58	0,412
mBESS	0,40	0,001

Tableau XI : résultats des analyses statistiques étudiant la fiabilité (Hänninen et al.)  $R_s$  = coefficient de spearman.

Nous avons vu précédemment que dans cette étude une partie de la population (33 athlètes) a été testée par le même examinateur pour les deux tests et l'autre (29 athlètes) par deux examinateurs différents. Les résultats des corrélations test-retest de Spearman de ces deux sous échantillons sont résumés dans le tableau ci-dessous.

	Groupe testé par le même examinateur (n=33)	Groupe testé par un examinateur différent (n=29)
<b>r obtenu pour PCSS</b>	0,77 (p<0,001)	0,88 (p < 0,001)
<b>r obtenu pour la gravité des symptômes</b>	0,76 (p=0,001)	0,88 (p < 0,001)
<b>r obtenu pour SAC</b>	0,60 (p<0,001)	0,55 (p = 0,002)
<b>r obtenu pour m-BESS</b>	0,48 (p=0 ,004)	0,21 (p = 0,273)

Tableau XII : Corrélation test-retest de Spearman des deux sous-échantillons (Hänninen et al.)

### 3.3.5 Présentation des résultats par critère de jugement : la validité

Les résultats obtenus pour la validité sont les suivants : les sous-test PCSS et la sévérité des symptômes sont les plus sensibles des trois. Selon *Chin et al.* pour l'échelle cotant la sévérité des symptômes le groupe témoins obtient un score moyen de 4,50 et le groupe cas 24,91 à 24h. D'après *Bruce et al.* la sensibilité de l'échelle des symptômes est 87,86% et la sensibilité du test sur la sévérité des symptômes est 81,43%.

La significativité des résultats entre le groupe témoin et le groupe contrôle décroît au plus on s'éloigne du jour de la blessure en terme de temps.

Les trois sous-test de la SCAT ont une très bonne spécificité. D'après *Downey et al.* la spécificité des trois sous-tests combinés est de 100% (SCAT3).

### 3.3.6 Présentation des résultats par critère de jugement : la fiabilité

Pour la PCSS, la gravité des symptômes et la SAC, la fiabilité inter examinateur est meilleure que la fiabilité intra examinateur. En revanche, la fiabilité inter examinateur pour le mBESS est faible.

Globalement, tous les articles se rejoignent pour dire que le sous-test obtenant la plus grande fiabilité est la PCSS.

### 3.3.7 Risque de biais des études évaluant la validité

Nous avons utilisé l'échelle QUADAS-2 pour évaluer les risques de biais dans les études sur la validité. Il est important de noter que des scores plus élevés sur cette échelle indiquent un risque moindre de biais dans l'étude. L'échelle se décompose en 4 domaines.

#### **Domaine 1 : Sélection des patients.**

Dans deux des études concernées par la validité, la sélection des patients peut potentiellement constituer un biais car elle n'est pas faite de manière aléatoire. En effet, *Downey et al. (2018)* a recruté des athlètes sportifs à haut risque, n'ayant pas d'antécédent de trouble neurologique ou d'équilibre et n'ayant pas subi de commotion cérébrale dans les 6 derniers mois. De plus, il pourrait y avoir un biais linguistique et culturel car les participants devaient parler et comprendre l'anglais couramment.

Les joueurs ayant subi plusieurs évaluations pour une commotion cérébrale suspectée ou plusieurs commotions cérébrales prospectives diagnostiquées n'ont pas été inclus par *Bruce et al. (2020)* non plus, ce paramètre d'exclusion avait pour but d'augmenter la probabilité que tous les joueurs dans les analyses aient été exposés de manière similaire au SCAT5 lors de l'évaluation.

Nous ne retrouvons pas le même biais de sélection avec l'article de *Chin et al. (2016)*. En effet, il n'est pas mentionné de critères d'exclusion pour la sélection des patients, la population est donc plus représentative de celle qui pourra être rencontrée dans la vie courante.

Deux des études ont suivi un schéma d'étude de type cas témoin, et d'après la QUADAS-2 cela peut introduire un biais. Cependant c'est un schéma d'étude souvent employé lorsqu'il n'existe pas de gold standard, comme c'est le cas pour les CC. On peut donc penser qu'il s'agit d'un choix pertinent dans ce contexte. Nous concluons que le biais de sélection est **élevé**.

#### **Domaine 2 : test évalué.**

Les 3 études manquent d'informations sur les personnes qui réalisent et interprètent les tests : est-ce qu'elles ont connaissance des résultats de référence des joueurs au moment d'interpréter les résultats des tests aux différents points temporels ? Pour l'ensemble des articles il pourrait aussi y avoir un biais de performance, elles se sont appuyées sur des symptômes et des mesures de performance autodéclarés (PCSS) qui peuvent être influencés par des facteurs subjectifs. Nous nous retrouvons donc avec un risque de biais lié au test évalué **incertain** pour nos trois études.

#### **Domaine 3 : test de référence.**

Pour les 3 articles, le test de référence est le même que le test évalué. Il servira à obtenir une banque de données de résultats de référence. De ce fait, on ne peut pas affirmer qu'il identifie correctement la pathologie étant donné que c'est la question que l'on se pose. On ne sait pas non plus si les praticiens avaient connaissance des résultats du test de référence au moment de réévaluer les sujets. Le biais potentiel lié au test de référence est **incertain**.

#### **Domaine 4 : suivi et temporisation.**

Le suivi des patients représente un risque **faible** pour les 3 études. Les intervalles de temps semblent appropriés, dans chaque cas le test est administré le jour J de l'accident et pour *Chin et al.* et *Downey et al.* à d'autres points temporels plus espacés de l'accident pour tester les propriétés métrologiques de la SCAT sur du plus long terme. Tous les patients inclus dans les études (les cas et les témoins) ont reçus le même test de référence. Cependant pas tous les patients ayant passé le test de référence ont été inclus dans les études. Ceux sans suspicions de commotions ont servi à former les « baseline ».

Nous obtenons donc pour l'article *Chin et al (2016)* évaluant la SCAT3 un score de **5/7** sur l'échelle QUADAS 2. *Bruce et al (2020)* qui étudie la SCAT5 et *Downey et al (2018)* la SCAT3 reçoivent le score de **4/7**.

Study	Test	Risk of bias				Applicability concerns			score
		P	I	R	FT	P	I	R	
<i>Chin and al (2016)</i>	SCAT 3	✓	?	?	✓	✓	✓	✓	5/7
<i>Bruce and al (2020)</i>	SCAT 5	✗	?	?	✓	✓	✓	✓	4/7
<i>Downey and al (2018)</i>	SCAT 3	✗	?	?	✓	✓	✓	✓	4/7

Tableau XIII : Evaluation des biais des études étudiant la validité : QUADAS-2. Légende : P = Sélection des patients; I = Test évalué; R = Test de Référence; FT = Suivi des patients et temporisation ✓ Faible risque de biais; ✗ Fort risque de biais; ? Risque de biais incertain.

### 3.3.8 Risque de biais des études évaluant la fiabilité

L'échelle QUAREL a évalué le risque de biais dans les études sur la fiabilité. Comme avec l'échelle précédente, un score élevé indique un faible risque de biais. Comme il n'existe aucun gold standard pour évaluer la fiabilité de nos tests, la question 5 est notée NE (non évaluable). En outre, cette remarque s'applique aussi à la question 4 pour *Chin et al.* car la fiabilité intra examinateur n'est pas abordée dans cet article.

La SCAT est un protocole visant la population sportive, les échantillons formés par les deux articles sont bien constitués d'athlètes, cependant *Hänninen et al. (2020)* ont exclus les joueurs de hockey ayant des antécédents de commotion qui n'avaient pas démontré de récupération clinique complète après la blessure. Cette exclusion peut potentiellement introduire un biais lié à la sélection de la population. *Chin et al. (2016)* ne donnent pas d'indications sur les évaluateurs, on ne sait pas s'il y en a un ou plusieurs, on ne connaît donc pas leur profession ni s'ils ont été entraîné à pratiquer le protocole SCAT avant l'étude. On ne sait pas non plus s'ils étaient en aveugle par rapport aux résultats des tests de références qui constituent la baseline ni par rapport à leur propre résultat évalué précédemment (dans l'éventualité où c'est le même évaluateur).

Ainsi, nous avons pour la SCAT3 une étude qui obtient le score de 4/11 et pour la SCAT5 une étude qui reçoit 5/11.

Articles	Test évalué	Propriétés métrologiques	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Score QUAREL
<i>Chin and al (2016)</i>	SCAT3	Fiabilité	✓	?	?	?	NE	✗	?	✓	✓	✓	?	4/11
<i>Hänninen and al (2020)</i>	SCAT5	Fiabilité inter et intra examinateur	✗	✓	✗	✗	NE	✗	?	✓	✓	✓	?	4/11

Tableau XIV : évaluation des biais des études étudiants la fiabilité : QAREL. Légende : ✓ = Oui ✗ = Non ? = Incertain NE = Non Evaluable

## 4 Discussion

L'enjeu principal de cette revue de littérature était d'examiner l'efficacité de la SCAT, actuellement utilisée dans le monde du sport pour diagnostiquer des commotions cérébrales. Cette revue a regroupé des données qualitatives afin d'émettre une interprétation des résultats et d'en déterminer l'applicabilité dans la pratique de la kinésithérapie du sport.

La grille SAMPL a été employée pour examiner les résultats et les données statistiques des études inclus dans notre revue de littérature. [31] Cette grille se divise en deux principaux axes d'analyse : le premier axe se concentre sur les principes généraux de rédaction des analyses statistiques, tandis que le second évalue la présentation des résultats en lien avec les objectifs statistiques de chaque étude. Son utilisation permet de prendre du recul par rapport aux résultats présentés et d'évaluer leur pertinence clinique. Pas tous les points de cette grille ont été utilisés mais la trame générale nous a aidé à organiser notre discussion.

Les quatre articles inclus dans notre revue étudient deux versions différentes de la Sport Concussion Assessment Tool : la 3 et la 5. Cependant, ils n'évaluent que 3 sous-tests du protocole : la PCSS, la SAC et la m-BESS. Ces sous-tests sont communs aux deux versions, à l'exception des instructions et des systèmes de notation. Pour la PCSS dans la version 3, il est demandé au sportif : « *Comment vous sentez-vous ? donnez une note à chaque symptôme* ». Dans la version 5, les instructions sont « *Pour l'évaluation de base, l'athlète doit donner une note à ses symptômes selon son ressenti habituel. Pour l'évaluation post-traumatisme, l'athlète doit donner une note à ses symptômes actuels* ». Cette nuance a été établie car comme nous le verrons plus tard, les sujets non commotionnés ont souvent des réponses positives à la présence de certains symptômes. Il s'agit d'un changement substantiel dans les instructions qui pourrait réduire les effets des facteurs situationnels immédiats sur la déclaration des symptômes. Le dépistage cognitif que constitue la SAC est aussi légèrement modifié, les listes passent de 5 à 10 mots pour éviter l'effet plafond. Le test Tandem Gait du m-BESS est passé d'un test chronométré dans le SCAT3 à un test normal-anormal dans le SCAT5.

Dans notre discussion nous ne dissociérons pas les résultats de la version 3 et 5 mais nous tiendrons compte des différences qui les séparent et allons les confronter pour essayer d'interpréter au mieux les résultats.

### 4.1 Analyse statistique

#### 4.1.1 Les approches statistiques

Les quatre groupes d'auteurs ont cherché à réduire les erreurs de mesure par différentes approches statistiques. *Downey et al.* ont opté pour le calcul de la sensibilité et de la spécificité du test en établissant des valeurs seuils à 70, 80 et 90% de l'indice de changement fiable, et en utilisant les percentiles (au 15ème, 10ème, 5ème et 1er degré) avant d'examiner les résultats en comparaison avant et après la blessure. En outre, ils ont calculé la taille d'effet pour interpréter les tests d'hypothèse, en complément du risque alpha à 0,05, et ont utilisé la courbe ROC pour évaluer l'habileté diagnostique.

Quant à *Chin et al.*, ils ont minimisé le risque d'erreur de mesure en se référant à la taille d'effet et à la valeur de p pour les différences de score entre le groupe des commotionnés et le groupe témoin, ainsi qu'en calculant l'indice minimal détectable pour l'aire sous la courbe ROC des différents scores 24 heures après la blessure. Ils ont utilisé deux approches interprétatives différentes. Le premier modèle d'interprétation est basé sur les scores SCAT3 post-lésionnels, c'est-à-dire les scores obtenus après qu'une blessure a eu lieu. Le deuxième modèle d'interprétation implique des scores SCAT3 ajustés en fonction de la ligne de base, ce qui signifie que les scores obtenus après la blessure sont comparés à ceux qui ont été mesurés avant la blessure pour chaque individu, permettant ainsi une référence personnalisée pour évaluer les changements dus à la blessure.

*Bruce et al.* utilise le test de Mann-Whitney U pour comparer les distributions des échantillons par rapport aux données de base. En effet, le test de mann-Whitney U est un test non paramétrique qui est utilisé ici comme alternative au test t de Student car les données ne suivent pas une distribution normale et les échelles de mesure ne sont pas continues. Toujours pour les mêmes raisons, les différences entre les groupes lors de l'évaluation aiguë ont été examinées à l'aide de l'analyse non paramétrique de co variance de Quade contrôlant les performances de base. Les tests de suivi de Wilcoxon ont été utilisés pour examiner les changements à l'intérieur du groupe entre l'évaluation initiale et l'évaluation aiguë. Les tailles d'effet non paramétriques ont été évaluées en utilisant la probabilité de concordance (aire sous la courbe, AUC), les intervalles de confiance bootstrap à 95 % (basés sur 1 000 échantillons) des médianes, les rapports de cotes (OR) et les valeurs de r. La sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive (VPP) et la valeur prédictive négative (VPN) ont été calculées pour différentes valeurs de seuil en utilisant les courbes de caractéristiques de fonctionnement du récepteur (ROC) pour déterminer les seuils statistiques et normatifs communs de classification de Youden (15e et 5e percentile).

Et enfin l'étude de *Hänninen et al.* a calculé des statistiques descriptives pour les scores du test et du retest telles que la moyenne (M), la médiane (Md), l'écart-type (SD), l'intervalle interquartile (IQR) et les intervalles. La normalité de chaque variable a été évaluée à l'aide des tests de Kolmogorov-Smirnov et Shapiro-Wilk. Étant donné que les distributions des scores étaient principalement asymétriques, les coefficients de corrélation de Spearman (rs) ont été utilisés pour examiner l'association entre les sessions de test. Ce type de corrélation peut être utilisé pour mesurer l'association (par exemple, la stabilité test-retest) pour les résultats individuels des tests, sans nécessiter de distribution normale, et il est approprié pour les relations non linéaires. Les coefficients de corrélation intraclasse (ICC) bidirectionnels, modèle mixte, mesures uniques, accord absolu, ont été utilisés pour estimer l'accord intra-évaluateur et inter-évaluateurs dans les scores test-retest. Toutefois, ces estimations doivent être interprétées avec prudence en raison de la taille relativement petite des échantillons et des distributions non normales des scores. Pour l'interprétation, les valeurs suivantes ont été utilisées pour les corrélations de Spearman :  $\leq 0,39$  pour une corrélation faible, 0,40-0,59 pour une corrélation modérée, 0,60-0,79 pour une corrélation modérément élevée et  $\geq 0,80$  pour une corrélation élevée. De plus, des tests de Wilcoxon signés ont été utilisés pour examiner les différences moyennes entre les sessions de test. Quatre variables qualitatives liées aux variables continues ont été examinées à l'aide de tests de Mann-Whitney U non paramétriques. Ces variables qualitatives comprenaient l'identité de l'examineur (identique/différent), l'identité de l'évaluateur (évaluateur 1/évaluateur 2),

l'âge inférieur à 20 ans (oui/non) et les antécédents autodéclarés de commotions cérébrales (oui/non). De plus, deux variables de fond (équipe : Team1/Team2/Team3 et position de jeu : gardien de but/attaquant/défenseur) liées aux variables continues ont été examinées à l'aide du test de Kruskal-Wallis (KWH). Le niveau de signification statistique a été fixé à  $p < 0,01$  pour réduire l'erreur de type I.

Ces diverses approches statistiques permettent de mieux appréhender les limites des mesures effectuées et d'apporter un début de réponse clinique.

#### 4.1.2 Analyse des principaux résultats

##### 4.1.2.1 Etude de Chin et al

Les résultats de *Chin et al* montrent qu'après une blessure, la PCSS affiche la taille d'effet la plus importante lors de l'évaluation de 24 heures ( $d = 1,52$ ), avec des différences de groupe diminuées mais statistiquement significatives jusqu'au jour 8 ( $d = 0,39$ ) et non significatives au jour 15. Le  $d$  représente la taille d'effet statistique, en d'autres termes, il indique la différence de moyenne entre deux groupes, divisée par l'écart-type de la population. Plus précisément, le " $d$ " est calculé en soustrayant la moyenne du groupe de contrôle de la moyenne du groupe expérimental, puis en divisant cette différence par l'écart-type de la population.

Les tailles d'effet pour le SAC et le m-BESS étaient faibles à modérées après 24 heures (SAC :  $d = 20,36$  ; BESS modifié :  $d = 0,46$  ; BESS complet :  $d = 0,51$ ) et sont devenues non significatives au jour 8 (SAC) et au jour 15 (BESS). Les analyses des AUC ont démontré une discrimination plus forte pour les symptômes ([AUC] = 0,86) que les mesures cognitives et d'équilibre (AUC = 0,58 et 0,62, respectivement), avec une discrimination comparable de chaque composant SCAT3 en utilisant uniquement les scores post-lésion (24h) par rapport aux scores ajustés en fonction de la ligne de base ( $P = 0,71-0,90$ ). En effet les deux approches interprétatives c'est à dire les analyses préliminaires des scores SCAT3 post-lésionnels par rapport aux scores ajustés en fonction de la ligne de base, ont montré une sensibilité et une spécificité équivalentes. Si l'on se fie seulement aux résultats de cette étude il n'y aurait pas de grand intérêt à utiliser les données de base d'un sportif pour interpréter les résultats de la SCAT dans le diagnostic d'une CC.

##### 4.1.2.2 Etude de Downey et al

Le score total des symptômes du PCSS a révélé une sensibilité allant de 47,4 à 72,2 % et une spécificité de 78,6 à 91,7 % dans les 3 à 5 jours suivant la blessure, tandis que le SAC et le m-BESS ont montré une capacité discriminante limitée lorsqu'ils ont été utilisés plus de 3 jours après la commotion cérébrale. L'efficacité du SCAT3 était similaire, qu'il soit basé sur des données de référence ou normatives pour prédire les commotions cérébrales.

##### 4.1.2.3 Etude de Bruce et al

Les joueurs ayant subi une commotion cérébrale ont rapporté un nombre plus élevé de symptômes ( $M = 8,52$ ,  $SD = 4,78$  pour les commotionnés ;  $M = 3,32$ ,  $SD = 3,97$  pour les témoins) et ont rappelé moins de mots que les témoins dans les épreuves de mémoire immédiate ( $M = 19,34$ ,  $SD = 4,06$  pour les commotionnés ;  $M = 21,53$ ,  $SD = 2,94$  pour les témoins) et dans les tâches de rappel différé ( $z = -0,91$  pour les commotionnés ;  $z = -0,09$  pour les témoins) lors de l'évaluation aiguë. Un score  $z$  négatif indique que le score se situe en dessous de la moyenne de l'échantillon, tandis qu'un score  $z$  positif

indiquerait le contraire. Ainsi, cela montre bien que les personnes ayant subi une commotion cérébrale ont obtenu des scores plus bas dans les tâches de rappel différé par rapport aux témoins.

De plus, les joueurs ayant subi une CC ont commis davantage d'erreurs que les témoins dans le m-BESS et étaient plus enclins à signaler une vision double et à présenter des problèmes d'équilibre, observés par le clinicien. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes en ce qui concerne la composante concentration du SCAT5. L'analyse de régression pas à pas a révélé que le nombre de symptômes rapportés et les performances dans les tâches d'apprentissage de la liste expliquaient chacun une part indépendante de la variance dans l'identification des joueurs ayant subi une commotion cérébrale.

#### 4.1.2.4 *Etude de Hänninen et al*

Les symptômes ont démontré une fiabilité test-retest élevée (score :  $r_s = 0,85$ ,  $p < 0,001$ , sig  $r_p < 0,001$  ; gravité :  $r_s = 0,84$ ,  $p < 0,001$ , sig  $r_p < 0,001$ ). En revanche, les coefficients de fiabilité du SAC ( $r_s = 0,58$ ,  $p < 0,001$ , sig  $r_p = 0,412$ ) et du mBESS ( $r_s = 0,40$ ,  $p = 0,001$ , sig  $r_p = 0,607$ ) étaient nettement inférieurs à ceux des symptômes. Plus de la moitié (52 %) des athlètes ont rapporté au moins un symptôme de base (Md = 1, M = 2,2, SD = 3,3), les plus courants étant la fatigue, le manque d'énergie et les douleurs au cou. Les plages étendues des scores totaux au SAC (plage = 28–45, Md = 35, M = 35,4, SD = 4,2) et les scores de changement test-retest au SAC (plage de -7 à +11) étaient principalement attribuables à la variabilité des performances en matière de mémoire, évaluée à l'aide de listes de mots de 10 éléments. Le nombre d'erreurs de position sur une jambe au mBESS (Md = 1, Md = 3,2, SD = 4,0) était supérieur aux erreurs de position en Tandem (Md = 0, Md = 2,0, SD = 3,6).

On peut déduire des résultats de cette étude que la fiabilité test-retest sur deux semaines des scores de base du SCAT5 varie de modérée à élevée. Cependant, il existe une variabilité individuelle considérable sur les scores SAC et m-BESS et la plupart des joueurs présentent des fluctuations non négligeables de leurs performances à court terme, même s'ils ne sont pas blessés. Cet article nous laisse sous-entendre que dans la pratique clinique, il faut être vigilant lors de l'interprétation des résultats de la SAC et m-BESS avant de poser un diagnostic.

#### 4.1.2.5 *Mise en commun et comparaison des résultats*

En examinant les différentes composantes de la SCAT, la PCSS ressort comme étant le paramètre le plus sensible et le plus fiable, selon plusieurs études. Sa sensibilité est particulièrement notable dans les premières heures suivant la commotion, et elle présente également une excellente corrélation test-retest. En revanche, la SAC et le m-BESS affichent une sensibilité plus faible, en particulier lorsqu'ils ne sont pas utilisés dans les premiers jours après la blessure. Entre trois et cinq jours après la commotion, seule la PCSS semble capable de distinguer un athlète blessé d'un athlète en bonne santé. Il convient de noter qu'il n'est pas rare que des athlètes en bonne santé signalent des symptômes inclus dans la PCSS. Certains auteurs ont rapporté que certains athlètes en bonne santé peuvent présenter jusqu'à 4 symptômes et/ou jusqu'à 6 points de sévérité des symptômes. Les symptômes les plus fréquemment signalés incluent la fatigue, la sensation de manque d'énergie, la somnolence, les céphalées, les maux de tête et les douleurs au cou.

Dans l'ensemble, la combinaison d'évaluations constituant la SCAT semble être modérément sensible immédiatement après la blessure, selon les études incluses dans cette revue. Cette sensibilité diminue progressivement avec le temps. Cependant, l'échelle SCAT présente une spécificité très élevée

(supérieure à 0,90), ce qui suggère un faible taux de faux positifs et une bonne capacité à identifier les cas où il n'y a pas de commotion cérébrale.

Étant donné que la commotion cérébrale est une condition évolutive, la SCAT semble être sensible et spécifique immédiatement après la blessure et jusqu'à 5 jours après, moment où il est préférable de se référer plutôt à la PCSS. Il est crucial de garder ces concepts à l'esprit lors de l'interprétation des résultats obtenus au Jour 1 et/ou au Jour 5 suivant une commotion.

Les hommes et les athlètes présentant des antécédents de trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité affichent généralement des performances moins bonnes lors des évaluations de pré-saison, notamment dans les tests cognitifs [27]. Les résultats observés chez les hommes concordent avec ceux rapportés dans la littérature, montrant des scores SAC et m-BESS inférieurs à ceux des femmes [27]. Cependant, comme le révèle cette étude ainsi que d'autres travaux antérieurs, les femmes sont plus susceptibles de subir des formes graves de commotion cérébrale. De plus, elles nécessitent plus de temps pour se remettre de cette blessure.

Les coefficients de Spearman sur deux semaines pour le score des symptômes ( $r = 0,85$ ) et le score de gravité des symptômes ( $r = 0,84$ ) de la SCAT5 traduisent la meilleure fiabilité des trois sous-tests. [28] D'après ces résultats nous pouvons supposer qu'il est rare d'observer une aggravation des symptômes entre le test 1 et le test 2. Nous pouvons comparer ces résultats à ceux de l'étude de *Chin et al.* [30] conduite antérieurement avec une période temps entre les deux évaluations test-retest plus importante, en moyenne 196 jours. Il faut tout de même prendre du recul et interpréter les résultats en tenant compte que cette étude étudiait la version 3 de la SCAT. Les coefficients sur une longue intervalle de temps ( $M = 196$  jours) pour le score des symptômes étaient  $r = 0,55$ . Sur une période plus importante il semblerait que les résultats indiquent une aggravation du score des symptômes, c'est-à-dire une fiabilité moindre. Cette différence peut être due à l'intervalle de temps plus important mais aussi au changement d'instruction pour la PCSS de la SCAT3 à la 5 (même si le test en lui-même reste identique).

Le dépistage cognitif (SAC) sur le SCAT5 est différent de la 3, avec l'expansion de la liste de mots de 5 à 10 mots pour éviter l'effet plafond. Ainsi, même si les résultats obtenus pour les deux versions ont tendance à aller dans la même direction il faut prendre en considération ce biais. Si on compare les résultats des coefficients de fiabilité test-retest obtenus pour le dépistage cognitif bien que modestes à faible dans les deux cas, ils sont encore une fois plus élevés pour un temps court ( $r = 0,49$  pour 7 jours) que pour une intervalle de temps plus importante ( $r = 0,41$  pour 196 jours). Nous tirons la même analyse des résultats du m-BESS ( $r = 0,52$  à 7 jours et  $r = 0,45$  à 196j). D'après nos observations et les données de la littérature scientifique, les joueurs professionnels de hockey sur glace sans blessure exécutent parfaitement la position de m-BESS en double appui. En revanche, la majorité des athlètes commettent au moins une erreur lors des tests de pré-saison dans les positions en appui simple ou en appui simple en tandem.

Le système de notation actuel du m-BESS exige des évaluateurs qu'ils attribuent jusqu'à dix points d'erreur si un athlète ne parvient pas à maintenir la position de test pendant au moins cinq secondes au début de l'essai. Cette directive spécifique entraîne un score élevé en moyenne sur l'ensemble de

l'échantillon. À titre d'exemple, dans l'étude de *Hänninen*, la moyenne des points d'erreur observés dans la position m-BESS en tandem était de 2. Cependant, si une erreur survenue au cours des cinq premières secondes de l'essai était notée d'un seul point d'erreur au lieu de dix, le nombre d'athlètes marquant plus de deux points d'erreur a chuté à  $n = 4$  (6 %). De plus, dans cette étude, dix athlètes sur 62 ont commis une erreur au cours des cinq premières secondes d'une position. Ainsi, une minorité significative d'athlètes participant à cette étude semble avoir un mauvais équilibre selon cette mesure, mais cela semble être attribuable à la particularité des modifications d'instructions.

Le test de marche en tandem a évolué d'une évaluation chronométrée dans le SCAT3 à une évaluation binaire dans le SCAT5. Au lieu d'utiliser le meilleur temps parmi quatre essais comme mesure de résultat, un seul essai est désormais effectué, et la variable de résultat est déterminée par l'évaluation d'un observateur quant à la capacité de l'athlète à exécuter la démarche sans aucune erreur. Contrairement aux attentes, seul la moitié des athlètes de cette étude [28] ont réussi le test de marche en tandem sans erreur. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer l'utilité clinique de cette version du test de marche en tandem en tant qu'évaluation dichotomique normal/anormal par rapport à d'autres versions basées sur le chronométrage de l'exécution.

#### 4.1.3 Biais et limites

Premièrement, toutes les études sélectionnées ont une population formée uniquement de sportifs ; la SCAT étant un protocole dédiée au diagnostic des commotions dans la pratique du sport cela ne constitue pas de biais. Cependant, deux articles [27] [29] ont exclu les athlètes avec des antécédants de commotion cérébrale ou de troubles neurologiques et de l'équilibre. Ce point crée une différence avec la population générale, dans des sports à risque comme par exemple le hockey, le rugby ou le football américain la plupart des sportifs auront déjà subis des commotions dans le passé. De plus, nos études incluent des échantillons relativement petit. L'étude de *Hänninen et al.* par exemple n'inclue qu'un cinquième de tous les joueurs de la ligue finlandaise de hockey sur glace. Nous ne pouvons pas être certains qu'ils soient représentatifs de l'ensemble de la ligue. La majorité de la population de *Chin et al.* étaient constituée de participants de race blanche et de sexe masculin. Cela peut encore une fois limiter notre capacité à généraliser les résultats à d'autres populations. De plus, les 4 études inclus dans notre revue travaillaient sur des échantillons constitués de sportifs amateurs et professionnels. Des distinctions subsistent entre les athlètes amateurs et semi-professionnels, notamment en ce qui concerne l'encadrement, le niveau de compétition, la fréquence des événements et la motivation. La présence d'études portant à la fois sur des amateurs et des semi-professionnels, ainsi que sur des populations adolescentes et adultes, pose des limites à l'interprétation des résultats.

Le deuxième biais concerne les examinateurs et le mode d'administration du protocole. Mise à part pour l'étude de *Hänninen et al.* nous avons peu d'informations sur qui réalise le test initial qui constitue les données de base, si cette personne est la même qui réalise les tests post-commotion pendant l'étude et de ce fait si l'examineur est en aveugle ou pas par rapport aux données de base. Pour l'étude de *Downey et al.* nous savons que le test de base a été administré par un examinateur entraîné à le faire passer, puis lorsque les athlètes ont été suspectés d'avoir une commotion par leur staff médical, une équipe de médecins étant en accord sur une définition précise de diagnostic de

commotion et elle confirmait ou non la suspicion. Si le diagnostic s'avérait positif l'athlète était redirigé vers l'examineur initial qui l'incluait à l'étude. Mais nous ne savons pas vraiment si la procédure de test à J-1, J 3-5 et à 3 semaines été administrée par ce même examinateur. Dans l'étude de *Bruce et al.* la SCAT était administrée via une application, encore un facteur de distinction entre les 4 méthodes de nos articles et qui pourrait introduire un biais. On ne sait pas si ce mode d'administration du protocole peut influencer sur la manière de répondre des patients.

Les résultats test-retest de *Chin et al.* ne précisent pas si c'est la fiabilité inter ou intra-examineur que nous évaluons. L'absence de distinction entre la fiabilité inter et intra-examineur peut rendre difficile l'évaluation de la reproductibilité des mesures. Si les résultats ne sont pas reproductibles entre différents examinateurs (fiabilité inter-examineur) ou par le même examinateur à différents moments (fiabilité intra-examineur), cela remet en question la robustesse des conclusions de l'étude. Sans savoir si l'évaluation de la fiabilité se porte sur la inter ou intra-examineur, il peut être difficile de généraliser les résultats de l'étude à d'autres contextes ou populations et de les comparer à d'autres études. Ainsi, l'absence de spécification de la fiabilité inter ou intra-examineur dans l'article peut compromettre la validité et la généralisabilité des résultats, ce qui limite la portée et l'impact de l'étude.

Ensuite, les sujets inclus dans les échantillons « cas » ont été sélectionné selon des critères et définitions différentes d'un article à l'autre étant donné qu'il n'existe pas de gold standard. Il est donc possible que certains sujets des groupes « cas » soient des faux positifs et que des sujets des groupes « témoins » soient des faux négatifs. La principale difficulté au sujet des CC est d'en établir une définition précise. Bien que le groupe d'experts sur la commotion cérébrale dans le sport ait proposé un consensus assez détaillé, des ambiguïtés persistent. La commotion cérébrale est une condition complexe et évolutive, dont les mécanismes ne sont pas entièrement compris. Bien que la plupart des professionnels utilisent une base commune pour définir la commotion cérébrale, les différences dans les définitions et les critères de diagnostic peuvent conduire à des divergences d'opinion quant à la reconnaissance d'un cas de CC. Dans le cadre de cette revue, les études ne suivent pas toujours la même définition de la commotion cérébrale. Les normes et les professionnels impliqués dans le diagnostic et la prise en charge des joueurs blessés varient également. De plus, les critères d'inclusion et d'exclusion des sportifs, notamment en ce qui concerne les antécédents de blessures et de commotions cérébrales, diffèrent selon les auteurs. La période minimale post-commotionnelle pour l'inclusion des athlètes varie de 3 à 6 mois. La récupération et les conséquences à long terme de la commotion cérébrale demeurent incertaines, ce qui rend les études et leurs critères d'échantillonnage des sujets à des imprécisions.

Un autre point que nous pouvons soulever est qu'aucun des groupes d'auteurs n'a étudié la Sport Concussion Assessment Tool dans son intégralité. Seulement 3 sous-tests ont été évalué mais nous n'avons pas de donnée sur l'ensemble du test qui est censé être pratiqué.

## 4.2 Pertinence et applicabilité des résultats en pratique clinique

Ces constatations mettent en lumière la complexité du dépistage des commotions cérébrales. Cette condition, caractérisée par une altération variable de la fonction cérébrale, pose des défis pour son identification. C'est pourquoi une intervention rapide, débutant par la reconnaissance sur le terrain des signes indiquant une possible commotion, est cruciale. L'objectif est d'obtenir une compréhension complète des mécanismes en jeu et de leurs répercussions sur l'athlète.

La difficulté dans le cadre des CC est qu'il n'existe pas de gold standard. Le diagnostic repose donc principalement sur des évaluations cliniques, les signes et symptômes étant les principaux indicateurs. Dès lors, il est crucial d'identifier rapidement les joueurs affectés. En cumulant plusieurs tests, le clinicien peut mieux interpréter les résultats pour confirmer ou exclure une commotion cérébrale.

La SCAT, qui couvre une grande partie de l'évaluation des fonctions cérébrales impliquées est un outil simple à utiliser et facile à interpréter sur le terrain ou en cabinet. Il est cependant important de noter que sa fiabilité et sa validité diminuent avec le temps après la commotion. Il est donc recommandé de les utiliser dès que possible ou dans les 3 à 5 premiers jours suivant la blessure. Au-delà de cette période, il est préférable de se fier aux signes cliniques et symptômes observés ou induits. Ces tests sont des outils précieux pour les masseurs-kinésithérapeutes dans le dépistage de la commotion cérébrale dans le domaine sportif. Cependant, il y a tout de même des aspects de la SCAT qui font qu'elle n'est pas toujours facilement applicable en pratique clinique. Dans l'article *de Downey et al.* l'examineur est entraîné à administrer la SCAT et met approximativement 10min à réaliser ses tests. Toutefois, dans les études ils n'utilisent que 3 des sous-tests de la SCAT ; ce qui nous laisse penser que la totalité du protocole est bien plus longue à réaliser. Au rugby de niveau professionnel par exemple, lorsqu'un joueur sort pour protocole commotion il doit savoir dans les 12min s'il peut re rentrer sur le terrain ou non. D'après Word rugby « Si un remplacement temporaire pour blessure à la tête est nécessaire, un remplacement de 12 minutes est autorisé. Il s'agit de 12 minutes fixes, et d'un temps absolu et non d'un temps de jeu. Les 12 minutes doivent commencer lorsque le joueur traverse la ligne de touche pour quitter le terrain de jeu. » La SCAT ne paraît pas adaptée pour un dépistage rapide. Il est d'ailleurs indiqué dans ses recommandations qu'il est impossible de l'employer correctement en un temps inférieur à 10min. C'est en parti pour être plus applicable au bord du terrain et dans le cadre du jeu qu'est née l'HIA, et également « *dans le but de résoudre le problème de la cohérence de la prise en charge des joueurs blessés à la tête et pour lesquels le diagnostic n'est pas apparent immédiatement.* »<sup>7</sup>

Un autre point qui semble important à soulever est qu'il est nécessaire d'être formé et entraîné à faire passer ce type de protocole. L'identification, l'évaluation et le diagnostic des commotions cérébrales sont un processus complexe, à multiples facettes et les cliniciens s'appuient souvent sur des listes de contrôle des symptômes pour faciliter ce processus. Les versions pour adultes et enfants de la SCAT sont largement utilisées, mais en l'absence d'entraînement et d'une méthodologie d'application des tests, elles fonctionnent mal et peuvent ne pas fournir de résultats valides ou fiables. De surcroît, appréhender la sensibilité et la pertinence clinique d'un outil d'évaluation pour déterminer la

---

<sup>4</sup> <https://passport.world.rugby/fr/sante-du-joueur/gestion-des-commotions-cerebrales-pour-le-personnel-medical-le-jour-du-match-a-l-aide-du-protocole-hia/protocole-du-hia/>

différence minimale cliniquement significative pour ses composantes donne une orientation générale pour interpréter et repérer les changements importants dans l'état de santé du patient.

A l'heure d'aujourd'hui, au vu des outils disponibles pour le diagnostic des CC, la SCAT reste un test utile et facile à employer pour guider les MK dans leur prise de décision face à un sportif à qui l'on suspecte une CC. Il ne nécessite pas de matériel particulier et peut être employé sur un bord de terrain ou en cabinet. Mais il faut tenir rigueur de ses limites pour interpréter ses résultats et prendre le temps nécessaire à le réaliser même dans un contexte agité comme un match par exemple.

#### 4.2.1 Qualité des preuves

Le niveau de preuve d'un résultat reflète sa crédibilité. Plus la crédibilité est élevée, plus on peut se fier au résultat. Plusieurs systèmes de classification existent pour établir le niveau de preuve d'un résultat, parmi lesquels le système GRADE est le plus complet à ce jour.

Le système GRADE permet d'évaluer le niveau de preuve de chaque résultat d'une revue de littérature. Contrairement à d'autres systèmes de classification tels que ceux de la HAS ou du CEBP, le système GRADE attribue un niveau de preuve spécifique à chaque critère de jugement.

Articles	Nombre de patients	Propriété métrologique étudiée	Risque de biais	Evidence indirecte	Incohérence	Imprécision	Biais de publication	Niveau de preuve
Chin et al.	n= 330	Fiabilité Validité	Très sérieux (-2)	Non détectée	Faible	Très sérieuse (-2)	Aucun	Très faible
Downey et al.	n= 45	Validité	Très sérieux (-2)	Non détectée	Faible	Sérieuse (-1)	Aucun	Faible
Bruce et al.	n= 314	Validité	Très Sérieux (-2)	Non détectée	Faible	Très sérieuse (-2)	Aucun	Très faible
Hanninen et al.	n= 62	Fiabilité	Très sérieux (-2)	Non détectée	Faible	Très sérieuse (-2)	Aucun	Très faible

Tableau XV : Estimation du niveau de preuve des études incluses par le système GRADE

L'évidence indirecte désigne des situations où les données disponibles ne concernent pas directement la population, l'intervention, le comparateur ou les critères de jugement spécifiques examinés dans la revue. Nous ne retrouvons cette situation dans aucune de nos études.

L'incohérence désigne des divergences inattendues ou inexplicables entre les résultats des différentes études incluses dans une revue systématique. Ces divergences peuvent être dues à des variations dans les caractéristiques des participants, des interventions, des comparateurs ou des critères de jugement

mesurés. Elle se cote de très faible (les résultats des études sont cohérents et montrent une convergence) à élevée (les résultats entre les études sont très divergents).

L'imprécision s'évalue en tenant compte de la taille de l'échantillon, de l'intervalle de confiance, du nombre d'évènements, de la variabilité des résultats entre les articles et des estimations ponctuelles. Elle se cote de sérieuse (les données sont suffisamment précises pour exclure des effets cliniquement significatifs) à très sérieuse (confiance dans l'estimation de l'effet très limitée en raison de la présence d'incertitudes majeures).

Le biais de publication est la tendance à publier uniquement des résultats positifs ou significatifs, alors que les résultats négatifs ou non significatifs sont moins susceptibles d'être publiés. Aucun de nos articles ne présente ce biais.

Le niveau de preuve est quant à lui classé en quatre catégories :

- Haute : forte probabilité que les effets se rapprochent de l'estimation fournie par les preuves de haute qualité. (4/4)
- Modérée : probable que les effets se rapprochent de l'estimation fournie par les preuves, mais il y a une incertitude. (3/4)
- Faible : les véritables effets peuvent être significativement différents de l'estimation fournie par les preuves. (2/4)
- Très faible : l'estimation fournie par les preuves est très incertaine. (1/4)

En fonction des cotations attribuées à chaque item (sérieuse ou très sérieuse) on enlève -1 point ou -2 points sur un total de 4 points.

Trois des articles (*Chin et al*, *Bruce et al* et *Hänninen et al*) obtiennent un niveau de preuve très faible. *Et Downey et al.* a obtenu un score faible. Cela est causé en partie à cause de la taille des échantillons relativement petite, les nombreux biais présents dans chacun d'entre eux, les intervalles de confiance par toujours précisés, le faible nombre d'évènements répétés ...

#### 4.2.2 Biais potentiel de la revue

Comme énoncé dans la partie méthode, nous avons utilisé une échelle d'évaluation critique des revues systématiques. Nous avons opté pour l'utilisation de la grille AMSTAR-2, préférant celle-ci à la grille ROBIS en raison de l'indisponibilité d'une traduction française de cette dernière. Nous avons résumé les possibles biais internes à notre revue en nous appuyant sur cette échelle.

Tout d'abord, il convient de noter que notre revue, étant également un mémoire de fin d'études, n'a pas été précédée d'un rapport préalable concernant une méthode pré-enregistrée. En raison du caractère individuel de notre travail, la sélection des études et l'extraction des données n'ont pas été réalisées en double aveugle, mais seulement par le rédacteur de cette revue.

Bien que nous ayons justifié les différents critères d'exclusion lors de la recherche des études, nous n'avons pas fourni la liste des articles exclus. Les sources de financement ainsi que les éventuels conflits d'intérêts des différentes études incluses n'ont pas été examinés.

Comme mentionné précédemment dans notre discussion, en raison de notre faible expertise dans le domaine des statistiques et des logiciels appropriés et des caractéristiques des études incluses, nous

n'avons pas pu réaliser de méta-analyse ni de synthèse quantitative. Par conséquent, notre revue a obtenu une note de 8/16 selon l'échelle AMSTAR-2.

De plus, nous pouvons identifier deux autres biais dans notre revue de littérature. Tout d'abord, il y a un biais de sélection des études, car seules les études en français ou en anglais ont été incluses, excluant ainsi les études dans d'autres langues. De plus, étant donné que l'extraction des données a été effectuée par un seul examinateur, il existe un risque d'exclusion d'articles pertinents et de subjectivité dans la sélection des études.

En outre, notre manque d'expérience dans la rédaction d'une revue de littérature est un facteur à prendre en compte, car il s'agit de notre première expérience dans ce domaine.

Dans l'ensemble, nous concluons cette discussion en reconnaissant que notre travail présente un risque élevé de biais. Il est également important de souligner que malgré nos efforts rigoureux et méthodiques tout au long du processus, notre revue n'ambitionne pas d'être une revue systématique, mais plutôt une exploration et un apprentissage de la rédaction de ce type de document.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau présent à la page suivante.

Item	cotation	reponse
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	oui
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	non
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Oui
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?	Non
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions?	Non
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Non
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	Non
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	Non
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	Oui
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	Oui
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	Non
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui

Tableau XVI : évaluation des potentiels biais de la revue par AMSTAR-2

### 4.3 Perspective de recherche

Nous avons vu que la validité et la fiabilité de la SCAT pouvaient être discutées, notamment les sous-tests SAC et m-BESS. Nous avons aussi constaté qu'au plus on s'éloigne du moment de la blessure au moins les tests étaient sensibles et spécifiques. On se pose alors la question, sur quel critère fiable et valide se basons-nous pour autoriser un joueur à reprendre son activité sportive ?

En effectuant des recherches sur des bases de données scientifiques nous avons trouvé des articles du professeur Chermann et de son équipe de scientifiques qui abordaient l'emploi d'un nouvel outil dans le dépistage et le suivi d'évolution des CC : le neurotracker. [32] [38]

Le principal défi des CC réside dans le fait que les patients sont souvent jugés "normaux" lors des examens d'imagerie neurologique et/ou des tests cliniques standard, ce qui conduit à leur libération du programme de suivi. De plus, moins de 10 % des commotions cérébrales survenues dans le cadre du sport entraînent une perte de connaissance, ce qui peut conduire à un sous-diagnostic du traumatisme ou à sa dissimulation par le joueur afin d'éviter d'être écarté du jeu. La SCAT a été mise au point par le Concussion in Sport Group afin de soutenir les professionnels de la santé dans le diagnostic initial et la gestion de la décision de retour au jeu (RTP) pour les commotions cérébrales. Mais comme évoqué précédemment, la fiabilité et la répétabilité de ces tests cliniques standards sont encore soumis à des débats. Il est donc nécessaire de trouver des outils cliniques pour le diagnostic et la gestion des blessures sportives (notamment le Retour au sport).

« Un indicateur clé de performance dans le sport est la capacité perceptuelle et cognitive d'un athlète, qui est fortement sollicitée en raison des contraintes dynamiques et temporelles de son environnement changeant ». [33] Cette aptitude fait référence à la capacité du cerveau humain à extraire des informations contextuelles pertinentes à partir d'une scène visuelle en mouvement, et se manifeste sur le terrain par les compétences d'anticipation et de prise de décision. [34] Il apparaît donc essentiel d'inclure une évaluation de ces capacités perceptivo-cognitives dans le suivi de son retour aux activités sportives. Chose qui n'existe pas dans les tests disponibles actuellement.

À cet égard, *Chermann et al.* ont eu l'idée de proposer l'exercice de **suivi tridimensionnel d'objets multiples (3D-MOT)**. Cela consiste à traiter une scène visuelle dynamique « *reflétant certaines des exigences fondamentales requises lors du sport (par exemple, suivre ses coéquipiers, ses adversaires et le ballon) ou dans les activités de la vie quotidienne (par exemple conduire, marcher dans une foule).* » [32]

L'article nous apprend que les capacités de traitement et d'apprentissage du suivi d'objets multiples en 3D du sportif ayant subi une commotion cérébrale sont perturbées. Cet outil et l'évaluation de cette capacité perceptuelle et cognitive pourrait donc être un indicateur diagnostique et également une donnée sur laquelle s'appuyer pour suivre l'évolution de récupération de l'athlète après CC.

Les résultats de cette étude ont conclu que le 3D-MOT pouvait aider à surveiller les commotions cérébrales liées au sport chez les athlètes. L'auteur insiste sur le fait qu'il est important d'intégrer l'évaluation perceptuelle et cognitive après une commotion cérébrale dans la population sportive.

A l'heure d'aujourd'hui les études sont trop peu nombreuses pour affirmer que le neurotracker 3D-MOT est un outil utile et valide dans la gestion des CC, mais ce sera peut-être le cas d'ici quelques années si d'autres études sur le sujet sont menées.

## 5 Conclusion

La présente revue met en lumière une préoccupation croissante concernant les commotions cérébrales dans le domaine du sport. Il est de plus en plus évident que ces incidents sont en augmentation, ce qui soulève des questionnements quant à leur prévention et à leur gestion appropriée. Parallèlement, la prise en charge des commotions cérébrales évolue, avec un intérêt croissant pour des protocoles de diagnostic et de gestion plus rigoureux. D'après le 6<sup>ème</sup> consensus sur les commotions cérébrales liées au sport « *Les cliniciens sont encouragés à recommander un retour précoce (après 24 à 48 heures) à l'AP selon la tolérance (par exemple, marche ou vélo stationnaire tout en évitant le risque de contact, de collision ou de chute)* ». [2]

Cependant, malgré les progrès réalisés, il reste encore beaucoup à faire pour établir un consensus sur le gold standard dans le diagnostic des commotions cérébrales. Les différents outils de dépistage et protocoles de gestion soulignent la complexité de cette pathologie. Dans notre revue de littérature nous nous sommes attardés sur un de ces outils : la Sport Concussion Assessment Tool. Ce protocole largement utilisé dans le dépistage des commotions cérébrales, présente une validité et une fiabilité moyennes, selon les études examinées. La sous-échelle PCSS de la SCAT semble démontrer une bonne validité et fiabilité, bien que cette validité puisse diminuer avec le temps après la blessure. La SAC et le m-BESS affichent une sensibilité et une fiabilité plus faible, en particulier lorsqu'ils ne sont pas utilisés dans les premiers jours après la blessure. Ces résultats soulignent la nécessité d'une interprétation prudente des scores de la SCAT, en tenant compte de la sensibilité et de la spécificité des différents sous-tests, ainsi que de leur évolution temporelle dans les premiers jours suivant la commotion. Malgré ces défaillances à prendre en compte lors de son utilisation, la SCAT reste un outil thérapeutique utile dans le dépistage et la gestion des CC. Il permet au thérapeute d'être guidé dans la prise de décision de sortir du jeu ou pas le sportif suspecté de commotion.

Dans ce contexte, les kinésithérapeutes jouent un rôle essentiel dans la prise en charge des commotions cérébrales, et en particulier dans le sport amateur où ils peuvent se retrouver en première ligne pour intervenir auprès d'un sportif blessé. Leur expertise dans l'évaluation des fonctions motrices et neurologiques peut contribuer de manière significative à l'identification précoce et à la gestion appropriée de ces blessures. En collaborant avec d'autres professionnels de santé, les kinésithérapeutes peuvent aider à optimiser les résultats pour les patients atteints de commotion cérébrale, en veillant à ce qu'ils reçoivent les soins et le soutien nécessaires pour leur rétablissement.

Alors que les commotions cérébrales continuent de poser des défis importants dans le domaine du sport, il est impératif de poursuivre les efforts de recherche et de collaboration interdisciplinaire pour améliorer la prévention, le diagnostic et la prise en charge de ces blessures. Les kinésithérapeutes, en tant que membres essentiels de l'équipe de soins, ont un rôle à jouer dans cette démarche.

## 6 Bibliographie

- [1] Hager JP, Girard F. Physiopathologie de la commotion cérébrale du sportif : mise au point. *Sci Sports* 2019;34:116–29. <https://doi.org/10.1016/J.SCISPO.2019.01.002>.
- [2] Patricios JS, Schneider KJ, Dvorak J, Ahmed OH, Blauwet C, Cantu RC, et al. Consensus statement on concussion in sport: the 6th International Conference on Concussion in Sport-Amsterdam, October 2022. *Br J Sports Med* 2023;57:695–711. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2023-106898>.
- [3] Peeters W, van den Brande R, Polinder S, Brazinova A, Steyerberg EW, Lingsma HF, et al. Epidemiology of traumatic brain injury in Europe. *Acta Neurochir (Wien)* 2015;157:1683–96. <https://doi.org/10.1007/S00701-015-2512-7>.
- [4] Santé publique France. ÉPIDÉMIOLOGIE DES TRAUMATISMES CRÂNIENS EN FRANCE ET DANS LES PAYS OCCIDENTAUX, Synthèse bibliographique, avril 2016. 2019.
- [5] Farrer TJ, Frost RB, Hedges DW. Prevalence of traumatic brain injury in juvenile offenders: A meta-analysis. *Child Neuropsychology* 2013;19:225–34. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.647901>.
- [6] Davis A. Violence-related mild traumatic brain injury in women: identifying a triad of postinjury disorders. *J Trauma Nurs* 2014;21:300–8. <https://doi.org/10.1097/JTN.000000000000086>.
- [7] Décès traumatiques en pratique sportive en France métropolitaine en 2017 et 2018. Résultats d'un recueil de données à partir des médias accessibles sur Internet n.d. <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/traumatismes/noyade/documents/rapport-synthese/deces-traumatiques-en-pratique-sportive-en-france-metropolitaine-en-2017-et-2018.-resultats-d-un-recueil-de-donnees-a-partir-des-medias-accessibles#> (accessed April 29, 2024).
- [8] Prien A, Grafe A, Rössler R, Junge A, Verhagen E. Epidemiology of Head Injuries Focusing on Concussions in Team Contact Sports: A Systematic Review. *Sports Med* 2018;48:953–69. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0854-4>.
- [9] Jérémy CHÉRADAME P. ÉCOLE DOCTORALE : Sociétés, Politique et Santé Publique SPÉCIALITÉ : Santé publique Option Biostatistiques n.d.
- [10] Harmon KG, Clugston JR, Dec K, Hainline B, Herring S, Kane SF, et al. American Medical Society for Sports Medicine position statement on concussion in sport. *Br J Sports Med* 2019;53:213–25. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2018-100338>.

- [11] MacFarlane MP, Glenn TC. Neurochemical cascade of concussion. *Brain Inj* 2015;29:139–53. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.965208>.
- [12] Mullally WJ. Concussion. *Am J Med* 2017;130:885–92. <https://doi.org/10.1016/J.AMJMED.2017.04.016>.
- [13] Decq P, Chermann JF, Loiseau H, Pariente J, Touchon J, Mias L, et al. Rugby professionnel et traumatismes crâniens (commotions cérébrales) : recommandations pour leur prise en charge en France. *Journal de Traumatologie Du Sport* 2011;28:227–42. <https://doi.org/10.1016/J.JTS.2011.10.005>.
- [14] Fernandes FAO, Sousa RJA De. Head injury predictors in sports trauma--a state-of-the-art review. *Proc Inst Mech Eng H* 2015;229:592–608. <https://doi.org/10.1177/0954411915592906>.
- [15] Erlanger D, Kaushik T, Cantu R, Barth JT, Broshek DK, Freeman JR, et al. Symptom-based assessment of the severity of a concussion. *J Neurosurg* 2003;98:477–84. <https://doi.org/10.3171/JNS.2003.98.3.0477>.
- [16] Bernick C, Hansen T, Ng W, Williams V, Goodman M, Nalepa B, et al. Concussion occurrence and recognition in professional boxing and MMA matches: toward a concussion protocol in combat sports. *Phys Sportsmed* 2021;49:469–75. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1856631>.
- [17] I., M. P. (2016). Consensus statement on concussion in sport-the 5th international conference on concussion in sport . Berlin.
- [18] McCrory P, Meeuwisse W, Dvořák J, Aubry M, Bailes J, Broglio S, et al. Consensus statement on concussion in sport-the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *Br J Sports Med* 2017;51:838–47. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2017-097699>.
- [19] Zemek R, Barrowman N, Freedman SB, Gravel J, Gagnon I, McGahern C, et al. Clinical Risk Score for Persistent Postconcussion Symptoms Among Children With Acute Concussion in the ED. *JAMA* 2016;315:1014–25. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2016.1203>.
- [20] Iverson GL, Gardner AJ, Terry DP, Ponsford JL, Sills AK, Broshek DK, et al. Predictors of clinical recovery from concussion: a systematic review. *Br J Sports Med* 2017;51:941–8. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2017-097729>.
- [21] Engelhardt J, Brauge D, Loiseau H. Second Impact Syndrome. Myth or reality? *Neurochirurgie* 2021;67:265–75. <https://doi.org/10.1016/J.NEUCHI.2019.12.007>.

- [22] Hollis SJ, Stevenson MR, McIntosh AS, Shores A, Collins MW, Taylor CB. Incidence, risk, and protective factors of mild traumatic brain injury in a cohort of Australian nonprofessional male rugby players. *Am J Sports Med* 2009;37:2328–33. <https://doi.org/10.1177/0363546509341032>.
- [23] McKee AC, Cantu RC, Nowinski CJ, Hedley-Whyte ET, Gavett BE, Budson AE, et al. Chronic traumatic encephalopathy in athletes: progressive tauopathy after repetitive head injury. *J Neuropathol Exp Neurol* 2009;68:709–35. <https://doi.org/10.1097/NEN.0B013E3181A9D503>.
- [24] Fortin F. PROPRIÉTÉS MÉTROLOGIQUES DES INSTRUMENTS DE MESURE (FIDÉLITÉ-VALIDITÉ) n.d.
- [25] Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, et al. The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol* 2010;63:737–45. <https://doi.org/10.1016/J.JCLINEPI.2010.02.006>.
- [26] niveau de preuve et gradation des recommandation de bonne pratique 2013.
- [27] Downey RI, Hutchison MG, Comper P. Determining sensitivity and specificity of the Sport Concussion Assessment Tool 3 (SCAT3) components in university athletes. *Brain Inj* 2018;32:1345–52. <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1484166>.
- [28] Hänninen T, Parkkari J, Howell DR, Palola V, Seppänen A, Tuominen M, et al. Reliability of the Sport Concussion Assessment Tool 5 baseline testing: A 2-week test-retest study. *J Sci Med Sport* 2021;24:129–34. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2020.07.014>.
- [29] Bruce JM, Thelen J, Meeuwisse W, Hutchison MG, Rizos J, Comper P, et al. Use of the Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) in professional hockey, part 2: which components differentiate concussed and non-concussed players? *Br J Sport Med* 2021;55:557–65. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102072>.
- [30] Chin EY, Nelson LD, Barr WB, McCrory P, McCrea MA. Reliability and Validity of the Sport Concussion Assessment Tool-3 (SCAT3) in High School and Collegiate Athletes. *Am J Sports Med* 2016;44:2276–85. <https://doi.org/10.1177/0363546516648141>.
- [31] Gedda Directeur général des Instituts de formation en masso-kinésithérapie M, de Berck-sur-Mer ergothérapie, en chef de Kinésithérapie R, Revue la, Riche B. Traduction française des lignes directrices SAMPL pour l'écriture et la lecture des méthodes et analyses statistiques 2015. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.006>.
- [32] Chermann J-F, Romeas T, Marty F, et al. Perceptual-cognitive three-dimensional multiple object tracking task can help the monitoring of sport-related concussion. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2018;4:e000384. Doi:10.1136/bmjsem-2018-000384

- [33] Casanova F, Oliveira J, Williams M, Garganta J. Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review Perícia e rendimento perceptivo-cognitivo no futebol: uma revisão da literatura. Rev Port Ciências Do Desporto 2009;9:115–22. <https://doi.org/10.5628/RPCD.09.01.115>
- [34] Casanova F, Oliveira J, Williams M, Garganta J. Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review Perícia e rendimento perceptivo-cognitivo no futebol: uma revisão da literatura. Rev Port Ciências Do Desporto 2009;9:115–22. <https://doi.org/10.5628/RPCD.09.01.115>.
- [35] Guskiewicz KM, McCrea M, Marshall SW, Cantu RC, Randolph C, Barr W, et al. Cumulative effects associated with recurrent concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. JAMA 2003;290:2549–55. <https://doi.org/10.1001/JAMA.290.19.2549>.
- [36] Hänninen T, Parkkari J, Tuominen M, Iverson GL, Öhman J, Vartiainen M, et al. Interpreting change on the SCAT3 in professional ice hockey players. J Sci Med Sport 2017;20:424–31. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2016.09.009>.
- [37] Decq P, Chermann JF, Loiseau H, Pariente J, Touchon J, Mias L, et al. Rugby professionnel et traumatismes crâniens (commotions cérébrales) : recommandations pour leur prise en charge en France. J Traumatol Du Sport 2011;28:227–42. <https://doi.org/10.1016/J.JTS.2011.10.005>.
- [38] Radafy A, Berthaud Y, De Tymowski C, Servien E, Chermann JF. Neurotracker Compared to SCAT5 in the Concussion Management. J Traumatol Du Sport 2022;39:47–53. <https://doi.org/10.1016/J.JTS.2022.01.003>.

## 7 Annexes

Annexe 1 : Glasgow Outcome Scale (GOS)

Annexe 2 : Echelle post concussion symptom scale (PCSS)

Annexe 3 : Echelle post concussion symptom inventory (PCSI)

Annexe 4 : Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT)

Annexe 5 : Head Injury Assessment (HIA)

Annexe 6 : Sport Concussion Assessment Tool 3 (SCAT3)

Annexe 7 : Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) Echelle de QUADRAS 2

Annexe 8 : Echelle de QUADRAS 2

Annexe 9 : Echelle de QAREL

Annexe 10 : Grille AMSTAR-2

Annexe 11 : Tableau 2 de l'article "*Reliability of the Sport Concussion Assessment Tool 5 baseline testing: A 2-week test-retest study*"

Annexe 12 : Score de Maddock

Annexe 1 : Glasgow Outcome Scale (GOS)

<b>Enfant/Adulte</b>		
<b>Activité</b>	<b>Score</b>	<b>Description</b>
<b>Ouverture des yeux</b>	4	Spontanée
	3	À la demande
	2	À la douleur
	1	Aucune
<b>Réponse verbale</b>	5	Orientée
	4	Confuse
	3	Paroles inappropriées
	2	Sons incompréhensibles
	1	Aucune
<b>Réponse motrice</b>	6	Obéit aux commandes
	5	Localise à la douleur
	4	Retrait à la douleur
	3	Flexion anormale (décortication)
	2	Extension anormale (décérébration)
	1	Aucune

Annexe 2 : Echelle post consusion symptom scale (PCSS)

Name: \_\_\_\_\_ Age/DOB: \_\_\_\_\_ Date of Injury: \_\_\_\_\_

**Post Concussion Symptom Scale**

No symptoms "0" -----Moderate "3"-----Severe "6"

**Time after Concussion**

<b><u>SYMPTOMS</u></b>	Days/Hrs _____	Days/Hrs _____	Days/Hrs _____
Headache	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Nausea	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Vomiting	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Balance problems	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Dizziness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Fatigue	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Trouble falling to sleep	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Excessive sleep	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Loss of sleep	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Drowsiness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Light sensitivity	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Noise sensitivity	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Irritability	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Sadness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Nervousness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
More emotional	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Numbness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Feeling "slow"	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Feeling "foggy"	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Difficulty concentrating	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Difficulty remembering	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Visual problems	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
<b>TOTAL SCORE</b>	_____	_____	_____

Use of the Post-Concussion Symptom Scale: The athlete should fill out the form, on his or her own, in order to give a subjective value for each symptom. This form can be used with each encounter to track the athlete's progress towards the resolution of symptoms. Many athletes may have some of these reported symptoms at a baseline, such as concentration difficulties in the patient with attention-deficit disorder or sadness in an athlete with underlying depression, and must be taken into consideration when interpreting the score. Athletes do not have to be at a total score of zero to return to play if they already have had some symptoms prior to their concussion.

Annexe 3 : Echelle post concussion symptom inventory (PCSI)

**Post-Concussion Symptom Inventory**  
**Ages 13-18 (PCSI-SR13)**  
 Pre/Post Version

Patient Name: \_\_\_\_\_ Today's date: \_\_\_\_\_

Birthdate: \_\_\_\_\_ Age: \_\_\_\_\_

**Instructions:** We would like to know if you had any of these symptoms before your injury. Next, we would like to know if these symptoms have changed after your injury. Please rate the symptom at two points in time- **Before the Injury/Pre-Injury** and **Current Symptoms/ Yesterday and Today**.

Please answer all the items the best that you can. Do not skip any items. Circle the number to tell us how much of a problem this symptom has been for you.

0 = Not a problem    3 = Moderate problem    6 = Severe problem

		Before the Injury/ Pre-Injury	Current Symptoms/ Yesterday and Today
1	Headache	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
2	Nausea	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
3	Balance problems	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
4	Dizziness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
5	Visual problems (double vision, blurring)	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
6	Move in a clumsy manner	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
7	Sensitivity to light	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
8	Sensitivity to noise	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
	[Office Use Only] Physical	Total Pre=	Total Post=
9	Irritability	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
10	Sadness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
11	Nervousness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
12	Feeling more emotional	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
	[Office Use Only] Emotional	Total Pre=	Total Post=
13	Feeling mentally "foggy"	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
14	Difficulty concentrating	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
15	Difficulty remembering	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
16	Get confused with directions or tasks	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
17	Answer questions more slowly than usual	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
18	Feeling slowed down	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
	[Office Use Only] Cognitive	Total Pre=	Total Post=
19	Fatigue	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
20	Drowsiness	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
21	Sleep more than usual	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
	[Office Use Only] Sleep/Fatigue	Total Pre=	Total Post=
22	In general, to what degree do you feel "differently" than before the injury (not feeling like yourself)?	No Difference   0   1   2   3   4   Major Difference Circle your rating with "0" indicating "Normal" (No Difference) and "4" indicating "Very Different" (Major Difference)	
PCSI Total Symptom Score		Pre (sum 4 domains) =	Post (sum 4 domains) =
[Office Use Only]		PCSI Total Adjusted Symptom Score (Post-Pre) =	



## Annexe 4 : Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT)

### Test Protocol

- 1) Inform patient about test procedures and what to expect during the BCTT.
- 2) Explain and demonstrate the VAS and RPE scales and obtain resting scores. Remind participant that he/she will be asked to rate symptom severity and exertion each minute during exercise.
- 3) Obtain resting HR after 2-minute seated position before getting the patient on the treadmill.
- 4) Patient should begin by standing on the sides of the treadmill while the treadmill is turned on. The experimenter should set treadmill at a speed of 3.2mph for patients up to 5'10", and 3.6mph for those 5'10" and above. Starting incline is 0 degrees. Speed can be adjusted depending on athletic status or overall comfort of treadmill speed – patients should be moving at a brisk walking pace. The HR at Stage 0 is the HR when the patient is standing on the treadmill before starting the BCTT and not during the 2-minute seated rest.
- 5) After 1 minute at this pace, treadmill incline is increased by 1 degree and patient is asked to rate their symptom severity and RPE at the beginning of each stage. HR in bpm are also recorded at the beginning of each stage. Examiner should also record general observations as the test progresses if needed. This procedure is repeated each minute while treadmill incline is raised at a rate of 1 degree/minute.  
Changes to VAS rating should be specifically clarified/noted, for example, if the rating moves from 2 to 3, it should be clarified if this reflects the addition of a new symptom and/or increased severity of an existing symptom. 1-point is given for any worsening of a symptom and 1-point for the addition of a new symptom, for example, if the patient reports symptom severity change from 2/10 to 3/10 and reports slight increase of headache and onset of light sensitivity, then this should be considered a 2-point increase to 4/10. Once treadmill reaches maximum incline (15 degrees), speed is increased by 0.4 mph each minute in lieu of increased incline.
- 6) Once test is terminated (see Stopping Criteria below), speed is reduced to 2.0 mph and incline reduced back to 0 for a 2-minute cool down (if patient is able). HR, RPE, VAS plus any additional comments (if needed) are recorded after the 2-minute cool down.
- 7) Patient is allowed to rest on a chair in a quiet environment until symptom severity returns to pre-BCTT value or patient feels like they are able to continue with remainder of the clinical visit.



## Évaluation de blessure à la tête Formulaire 1

HIA1

Nom du joueur			Numéro du joueur					
Date de la blessure		Nom du médecin						
Équipe		Opposition						
Compétition		Série						
Coup d'envoi		Heure de l'évaluation						
Heure de la blessure	Quart 1	<input type="checkbox"/>	Quart 2	<input type="checkbox"/>	Quart 3	<input type="checkbox"/>	Quart 4	<input type="checkbox"/>
Requis par	Médecin Équipe	<input type="checkbox"/>	Médecin du match	<input type="checkbox"/>	Médecin Tournoi	<input type="checkbox"/>	Kiné	<input type="checkbox"/>
Complété par	Médecin Équipe	<input type="checkbox"/>	Médecin du match	<input type="checkbox"/>	Médecin Tournoi	<input type="checkbox"/>	Kiné	<input type="checkbox"/>

COMPLÉTER SOIT LA SECTION 1 SOIT LA SECTION 2  
LA SECTION 3 DOIT ÊTRE COMPLÉTÉE DANS TOUS LES CAS

Section 1 - Identifier ci-dessous la raison d'un retrait immédiat et permanent du terrain	
SI UN CRITÈRE 1 S'APPLIQUE, L'ÉVALUATION HORS DU TERRAIN (Section 2) N'A PAS BESOIN D'ÊTRE COMPLÉTÉE	
Crise tonique posturale	Convulsions
Perte de connaissance confirmée	Suspicion de perte de connaissance
Trouble de l'équilibre/ataxie	Désorientation du joueur : temps, lieu ou personnes
Clairement hébété	Clairement confus
Changements de comportement évidents	Identification sur le terrain d'un signe ou symptôme de commotion
Signes oculomoteurs (par ex nystagmus spontané)	Identification et Sortie du terrain (Moins de 19 ans)
SECTION 2 - Évaluation HIA1 hors du terrain - identifier la(les) raison(s) de l'évaluation ci-dessous	
Avant de commencer l'évaluation hors du terrain, revoir la vidéo de l'incident avec le médecin de l'équipe.	
Impact à la tête sans diagnostic apparent immédiat	Changements de comportement éventuels
Confusion éventuelle	Événement à l'origine de la blessure perçu comme susceptible de déboucher sur une blessure commotionnelle
Signe inférieur au seuil d'un Critère 1, par ex trouble possible de l'équilibre, perte de connaissance possible etc.	Alerte iMG
Autre (préciser) :	

### Évaluation hors du terrain

En cas d'incapacité à effectuer un test spécifique, veuillez en indiquer la raison dans la case prévue à cet effet

#### Mémoire immédiate (un résultat ANORMAL est un score inférieur à 16 ou inférieur au référentiel)

Sélectionnez au hasard une liste de 10 mots et utilisez cette même liste de 10 mots à trois reprises pour évaluer la mémoire immédiate. Identifiez le nombre de réponses correctes avec un maximum de 30 possibles.

Liste	Listes de 10 mots à alterner					Essai 1	Essai 2	Essai 3
A	Veste	Flèche	Poivre	Coton	Film			
	Doigt	Centime	Couverture	Citron	Insecte			
B	Bébé	Singe	Parfum	Coucher de soleil	Fer			
	Bougie	Papier	Sucre	Sandwich	Wagon			
C	Dollar	Miel	Miroir	Selle	Ancre			
	Tapis	Selle	Coude	Bulle	Pomme			

Score Mémoire immédiate :

Sur 30

#### Questions de Maddock - Orientation (Toute réponse incorrecte est ANORMALE)

Incorrect

Correct

Dans quel stade sommes-nous aujourd'hui ?

À quelle mi-temps sommes-nous ?

Qui a marqué en dernier dans ce match ?

Contre quelle équipe avez-vous joué en dernier/la semaine dernière ?

Votre équipe a-t-elle remporté le dernier match ?

#### Chiffres à l'envers

(un résultat ANORMAL est un score inférieur à 2 ou inférieur au référentiel)

Anormal

Normal

Liste A  
Essai 1 : 4-3-9 / 3-8-1-4 / 6-2-9-7-1 / 7-1-8-4-6-2  
Essai 2 : 6-2-9 / 3-2-7-9 / 1-5-2-8-6 / 5-3-9-1-4-8

Liste B  
Essai 1 : 3-8-2 / 2-7-9-3 / 4-1-8-6-9 / 6-9-7-3-8-2  
Essai 2 : 5-1-8 / 2-1-6-9 / 9-4-1-7-5 / 4-2-7-9-3-8

#### Examen de l'équilibre

Score ANORMAL :

- Position en tandem - 4 erreurs ou plus, ou plus d'erreurs que le référentiel
- Position sur un pied - 6 erreurs ou plus, ou plus d'erreurs que le référentiel

Anormal

Normal

Position en tandem - identifier le total des erreurs

Position sur un pied - identifier le total des erreurs

Liste de contrôle des symptômes – Remettre le questionnaire au joueur pour qu'il le lise	Oui	Non
J'ai mal à la tête ?		
J'ai des vertiges ?		
Je sens une pression dans la tête ?		
J'ai des nausées ou envie de vomir ?		
J'ai une vision trouble ?		
La lumière ou le bruit me dérangent ?		
J'ai l'impression de fonctionner au ralenti ?		
Je me sens « dans le brouillard » ?		
Je ne me sens pas bien ?		
Signes cliniques	Oui	Non
Émotif - triste, anxieux, nerveux, irritable		
Somnolent/ a du mal à se concentrer/ à se souvenir		
Mémoire différée (un résultat ANORMAL est un score inférieur à 4 ou inférieur au référentiel)	Anormal	Normal
Test de rappel des mots de la mémoire immédiate 5 minutes après le test initial		
Noter le nombre de mots rappelés sur 10	Score	/10

Section 3 - RETRAIT DU JOUEUR ?	
JOUEUR RETIRÉ DU JEU, RAISON	JOUEUR REPREND LE JEU, RAISON
Signe ou symptôme Critère 1 confirmé	Le joueur reprend le jeu après avoir terminé une évaluation hors du terrain
Évaluation HIA1 hors du terrain anormale	Le jugement clinique l'emporte sur une évaluation HIA1 anormale hors du terrain
Suspicion clinique malgré une évaluation HIA1 hors du terrain normale	Match terminé - le joueur aurait repris le jeu
Joueur retiré pour une autre blessure	Match terminé - le joueur aurait repris le jeu
Identification et Sortie du terrain	
Signe ou symptôme Critère 1 confirmé	

# SCAT3™

**Outil d'évaluation de la commotion dans le sport – 3e édition**

Usage réservé exclusivement aux professionnels de la santé

Nom \_\_\_\_\_ Date et heure de l'accident : \_\_\_\_\_ Examineur : \_\_\_\_\_  
 Date de l'évaluation : \_\_\_\_\_

### Qu'est-ce que l'outil SCAT3?¹

Le SCAT3 (Sport Concussion Assessment Tool) est un outil standardisé d'évaluation des athlètes chez qui on suspecte une commotion cérébrale. Il peut être utilisé chez les athlètes dès l'âge de 13 ans. Il remplace le premier outil SCAT et le SCAT2, respectivement publiés en 2005 et 2009². Pour les jeunes sportifs de 12 ans et moins, veuillez utiliser le Child SCAT3. Le SCAT3 est destiné aux professionnels de la santé. Si vous n'avez pas cette qualité, veuillez utiliser l'outil de détection des commotions cérébrales¹. Il peut être utile d'effectuer un test initial avec SCAT3 avant la saison pour pouvoir mieux interpréter ensuite les résultats en cas de blessure.

Des instructions particulières pour l'utilisation du SCAT3 sont indiquées en page 3. Si vous ne connaissez pas SCAT3, veuillez lire ces instructions avec attention. Cet outil peut être copié librement sous sa forme actuelle afin d'être distribué à des personnes, équipes, groupes ou organisations. Toute révision ou reproduction sous forme numérique nécessite l'approbation du groupe Commotions dans le sport (Concussion in Sport Group).

**REMARQUE :** le diagnostic d'une commotion est une évaluation clinique, effectuée préférentiellement par un professionnel de la santé. En l'absence d'évaluation clinique, il ne faut pas s'appuyer uniquement sur le SCAT3 pour établir ou exclure le diagnostic de commotion. Un athlète peut souffrir d'une commotion même si son SCAT3 est « normal ».

### Qu'est-ce qu'une commotion cérébrale ?

Une commotion cérébrale est une perturbation de la fonction cérébrale provoquée par un choc direct ou indirect à la tête. Elle cause toute une série de signes et/ou de symptômes non spécifiques (comme ceux énoncés ci-dessous), le plus souvent sans perte de connaissance. Une commotion cérébrale doit être suspectée en présence d'un ou de plusieurs des signes ou symptômes suivants :

- Symptômes (par ex. mal à la tête),
- Signes physiques (par ex. instabilité),
- Altération de la fonction cérébrale (par ex. confusion),
- Comportement anormal (par ex. changement de personnalité).

## ÉVALUATION SUR LA LIGNE DE TOUCHE

### Indications pour un transport d'urgence

**Attention :** un coup à la tête peut parfois être associé à une blessure cérébrale plus grave. L'un des signes suivants justifie la mise en place des procédures d'urgence et un transport immédiat vers l'hôpital le plus proche :

- Score inférieur à 15 sur l'échelle de Glasgow
- Altération de l'état mental
- Lésion spinale potentielle
- Symptômes d'aggravation graduelle ou nouveaux signes neurologiques

### Y a-t-il des signes potentiels de commotion cérébrale ?

Si l'on observe l'un des signes suivants après un choc direct ou indirect à la tête, le sportif doit cesser sa participation, être soumis à une évaluation médicale par un professionnel et **ne pas être autorisé à reprendre le sport le même jour** si l'on suspecte une commotion.

Perdre de connaissance  O  N

« Si oui, pendant combien de temps? » \_\_\_\_\_

Incoordination motrice ?  O  N  
(trébucher, mouvements lents, difficiles, etc.)

Désorientation ou confusion ?  O  N  
(réponses inadéquates aux questions)

Perdre de mémoire :  O  N

« Si oui, pendant combien de temps ? » \_\_\_\_\_

« Avant ou après la blessure ? » \_\_\_\_\_

Regard et expression vides :  O  N

Lésion faciale visible en combinaison avec un signe ci-dessus  O  N

## 1 Échelle de coma de Glasgow (GCS)

Meilleure réponse oculaire (E pour « eye »)	
Aucune ouverture des yeux	1
Ouverture des yeux en réaction à la douleur	2
Ouverture des yeux en réaction à la parole	3
Ouverture des yeux spontanée	4
Meilleure réponse verbale (V)	
Aucune réponse verbale	1
Sons incompréhensibles	2
Paroles inappropriées	3
Réponse confuse	4
Réponse orientée	5
Meilleure réponse motrice (M)	
Aucune réponse motrice	1
Extension réflexe à la douleur	2
Flexion réflexe à la douleur	3
Flexion inappropriée/évitement à la douleur	4
Localise la douleur (retrait au toucher)	5
Obéit aux instructions	6
<b>Score à l'échelle de Glasgow (E + V + M)</b>	<b>sur 15</b>

Le GCS doit être noté chez tous les athlètes en cas de détérioration ultérieure de leur état.

## 2 Score Maddocks³

« Je vais vous poser quelques questions, écoutez bien et répondez du mieux que vous pouvez. ».

Questionnaire de Maddocks modifié (1 point pour chaque réponse correcte)

Dans quel stade sommes-nous aujourd'hui ?	0	1
À quelle mi-temps sommes-nous ?	0	1
Qui a marqué en dernier dans ce match ?	0	1
Contre quelle équipe avez-vous joué la semaine dernière/le dernier match ?	0	1
Votre équipe a-t-elle gagné le dernier match ?	0	1
<b>Score Maddocks</b>	<b>sur 5</b>	

Le score Maddocks est validé uniquement pour le diagnostic sur la ligne de touche lors de commotions cérébrales ; il n'est pas utilisé pour des tests périodiques.

**Notes :** Mécanisme de la lésion (« dites-moi ce qui s'est passé ? »):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Tout sportif susceptible d'avoir subi une commotion cérébrale doit être RETIRÉ DU JEU, soumis à un examen médical et observé pour déceler d'éventuels signes d'aggravation (il ne doit pas être laissé seul) ; il ne doit pas conduire sans avoir reçu l'aval d'un professionnel de la santé. Un athlète à qui on a diagnostiqué une commotion ne doit pas reprendre le sport le jour de la blessure.**

## INFORMATIONS GÉNÉRALES

Nom : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
 Examineur : \_\_\_\_\_  
 Sport/équipe/école : \_\_\_\_\_ Date/heure de la lésion : \_\_\_\_\_  
 Âge : \_\_\_\_\_ Sexe :  M  F  
 Nombre d'années d'études complétées : \_\_\_\_\_  
 Main dominante :  droite  gauche  aucune  
 Combien de commotions cérébrales estimez-vous avoir déjà subies ? \_\_\_\_\_  
 Quand a eu lieu la dernière commotion ? \_\_\_\_\_  
 Combien de temps avez-vous mis à vous en remettre ? \_\_\_\_\_  
 Avez-vous déjà été hospitalisé ou subi un examen d'imagerie médicale  O  N pour une lésion à la tête ?  
 Vous a-t-on déjà diagnostiqué des céphalées, des migraines ?  O  N  
 Avez-vous souffert d'un trouble d'apprentissage, de dyslexie, d'un TDA/DAH ?  O  N  
 Vous a-t-on déjà diagnostiqué dépressif, anxieux ou pour d'autres troubles psychiatriques ?  O  N  
 A-t-on diagnostiqué l'un de ces troubles chez un membre de votre famille ?  O  N  
 Prenez-vous des médicaments ? Lesquels ?  O  N

Effectuez le SCAT3 au repos, si possible 10 min. ou plus après l'effort.

## ÉVALUATION DES SYMPTÔMES

### 3 Comment vous sentez-vous ?

Donnez une note pour chaque symptôme.

	aucun	léger	modéré	grave			
Mal à la tête	0	1	2	3	4	5	6
« Pression dans le crâne »	0	1	2	3	4	5	6
Douleur dans le cou	0	1	2	3	4	5	6
Nausée ou vomissement	0	1	2	3	4	5	6
Étourdissements	0	1	2	3	4	5	6
Vision trouble	0	1	2	3	4	5	6
Problème d'équilibre	0	1	2	3	4	5	6
Sensibilité à la lumière	0	1	2	3	4	5	6
Sensibilité au bruit	0	1	2	3	4	5	6
Sensation d'être ralenti	0	1	2	3	4	5	6
Sensation d'être « dans le brouillard »	0	1	2	3	4	5	6
Ne pas se sentir normal	0	1	2	3	4	5	6
Problème de concentration	0	1	2	3	4	5	6
Problème de mémoire	0	1	2	3	4	5	6
Fatigue ou pas d'énergie	0	1	2	3	4	5	6
Confusion	0	1	2	3	4	5	6
Somnolence	0	1	2	3	4	5	6
Difficulté d'endormissement	0	1	2	3	4	5	6
Émotivité accrue	0	1	2	3	4	5	6
Irritabilité	0	1	2	3	4	5	6
Tristesse	0	1	2	3	4	5	6
Nervosité ou anxiété	0	1	2	3	4	5	6

Nombre total de symptômes (22 au maximum) \_\_\_\_\_

Score de gravité des symptômes (132 au maximum) \_\_\_\_\_

Les symptômes s'aggravent-ils avec l'effort physique ?  O  N  
 Les symptômes s'aggravent-ils avec l'effort mental ?  O  N

Autoévaluation  Autoévaluation guidée par clinicien  
 Entretien avec un clinicien  Autoévaluation avec un parent

**Estimation globale:** si vous connaissiez bien l'athlète avant la blessure en quoi son comportement diffère-t-il ?  
 Veuillez entourer une seule réponse :

Comport. inchangé  Très différent  Incertain  Sans objet

**Les données du score SCAT3 ne doivent pas être utilisées comme unique méthode de diagnostic d'une commotion cérébrale, d'évaluation de la récupération de l'athlète ou permettant de décider s'il est apte à reprendre la compétition. Les signes et symptômes pouvant évoluer avec le temps, il est important d'envisager de refaire un examen dans la période aiguë de la commotion cérébrale.**

## ÉVALUATION COGNITIVE ET PHYSIQUE

### 4 Évaluation cognitive

Évaluation standardisée des commotions (SAC)<sup>4</sup>

**Orientation** (1 point pour chaque réponse correcte)

Quel mois sommes-nous ?	0	1
Quelle est la date aujourd'hui ?	0	1
Quel jour de la semaine sommes-nous ?	0	1
En quelle année sommes-nous ?	0	1
Quelle heure est-il ? (à 1 h près)	0	1

**Score d'orientation** \_\_\_\_\_ sur 5

**Mémoire immédiate**

Liste	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Listes alternatives de mots					
coude	0	1	0	1	0	1	bougie	bébé	index
pomme	0	1	0	1	0	1	papier	singe	monnaie
tapis	0	1	0	1	0	1	sucré	parfum	couette
siège	0	1	0	1	0	1	sandwich	soleil	citron
ballon	0	1	0	1	0	1	wagon	métal	insecte
<b>Total</b>									

**Score total de mémoire immédiate** \_\_\_\_\_ sur 15

**Concentration : compte à rebours**

Liste	Essai 1	Listes alternatives de chiffres			
4-9-3	0	1	6-2-9	5-2-6	4-1-5
3-8-1-4	0	1	3-2-7-9	1-7-9-5	4-9-6-8
6-2-9-7-1	0	1	1-5-2-8-6	3-8-5-2-7	6-1-8-4-3
7-1-8-4-6-2	0	1	5-3-9-1-4-8	8-3-1-9-6-4	7-2-4-8-5-6
<b>Total de 4</b>					

**Concentration : mois en sens inverse** (1 pt pour la séquence entière correcte)

Déc.-Nov.-Oct.-Sept.-Août-Juil.-Juin-Mai-Avr.-Mars-Fév.-Janv	0	1
--	---	---

**Score de concentration** \_\_\_\_\_ sur 5

### 5 Examen du cou:

Mobilité Sensibilité Sensibilité et force des membres sup. et inf.

Résultats: \_\_\_\_\_

### 6 Examen de l'équilibre

Faites l'un des tests suivants ou les deux.

Chaussures (avec ou sans chaussures, chevillières, bandage, etc.) \_\_\_\_\_

**Version modifiée du test BESS (Balance Error Scoring System)<sup>5</sup>**

Quel pied a-t-on testé ?  gauche  droite

(c'est-à-dire le pied **non dominant**)

Sur quelle surface ? (dure, terrain, etc.) \_\_\_\_\_

**Position**

Position sur deux pieds : \_\_\_\_\_ erreurs

Position sur un pied (pied non-dominant): \_\_\_\_\_ erreurs

Pieds alignés (pied non dominant derrière l'autre): \_\_\_\_\_ erreurs

**Et/ou**

**Marche du funambule<sup>6,7</sup>**

Temps (meilleur des 4 essais): \_\_\_\_\_ secondes

### 7 Examen de la coordination

**Coordination des membres supérieurs**

Quel bras a-t-on testé ?  gauche  droite

**Score de coordination** \_\_\_\_\_ sur 1

### 8 SAC de la mémoire différée<sup>4</sup>

**Score de la mémoire différée** \_\_\_\_\_ sur 5

## INSTRUCTIONS

Pour l'ensemble du SCAT3, les phrases en italique sont les instructions données à l'athlète par la personne qui le teste.

### Échelle des symptômes

« Vous devez évaluer vous-même dans quelle mesure vous ressentez maintenant les symptômes suivants. »

Grille à remplir par l'athlète. Si l'échelle des symptômes est établie après l'effort, il convient de patienter au minimum 10 minutes après l'effort, le sportif devant se trouver au repos.

Le nombre maximum de symptômes possibles est 22.

Pour le score de gravité des symptômes, additionnez tous les scores de la grille. Le maximum possible est  $22 \times 6 = 132$ .

### SAC<sup>4</sup>

#### Mémoire immédiate

« Je vais tester votre mémoire. Je vais vous lire une liste de mots et quand j'aurai fini, vous répérez tous les mots dont vous vous souviendrez, dans n'importe quel ordre. »

#### Essais 2 et 3 :

« À la réponse à la même liste encore une fois. Répérez ensuite tous les mots dont vous vous souviendrez, dans n'importe quel ordre, y compris les mots que vous avez déjà répétés auparavant. »

Faites les 3 essais, indépendamment des scores obtenus aux essais 1 et 2. Lisez au rythme d'un mot par seconde. **Comptez un point pour chaque réponse correcte.** Score total : somme des scores des trois essais. N'informez pas l'athlète qu'un test de mémoire différée sera effectué ultérieurement.

#### Concentration

##### Compte à rebours :

« Je vais vous lire une série de chiffres et quand j'aurai fini, vous les répérez en sens inverse. Si je dis par exemple '7-1-9', vous direz '9-1-7'. »

Si la réponse est correcte, passez à la longueur suivante de séries de chiffres. Si la réponse est incorrecte, lisez l'essai 2. **Un point possible par longueur de série.** Arrêtez après une réponse incorrecte aux deux essais. Les chiffres doivent être lus au rythme d'un par seconde.

##### Mois en sens inverse :

« À présent, dites les mois de l'année en sens inverse. Commencez par le dernier mois et revenez en arrière. Dites 'décembre, novembre, etc.' Allez-y ! »

**Un point pour la séquence entière correcte.**

##### Mémoire différée

Le test de mémoire différée doit être réalisé après les examens de l'équilibre et de la coordination.

« Vous souvenez-vous de la liste de mots que j'ai lue tout à l'heure ? Citez autant de mots que vous pouvez, dans n'importe quel ordre ! »

**Comptez 1 point par réponse correcte.**

## Examen de l'équilibre

### Version modifiée du test BESS (Balance Error Scoring System)<sup>5</sup>

Cet examen repose sur une version modifiée du BESS (Balance Error Scoring System)<sup>5</sup>. Ce test exige l'utilisation d'un chronomètre ou d'une montre indiquant les secondes.

« Je vais tester votre équilibre. Retirez vos chaussures, roulez le bas de votre pantalon au-dessus des chevilles (le cas échéant) et retirez tout bandage des chevilles (le cas échéant). Ce test consiste en trois essais de 20 secondes, réalisés dans différentes positions. »

#### (a) Position sur deux pieds :

« La première position est : debout, les pieds joints, les mains sur les hanches et les yeux fermés. Vous devez essayer de garder l'équilibre dans cette position pendant 20 secondes. Je vais compter le nombre de fois que vous quitterez cette position. Je commencerai à chronométrer dès que vous aurez pris la position et fermé les yeux. »

#### (b) Position sur un pied :

« Si vous deviez taper dans un ballon, quel pied utiliseriez-vous ? [Ce pied est le pied dominant.] Maintenant, restez debout sur votre pied non dominant. La jambe dominante doit être maintenue en flexion d'environ 30 degrés par rapport à la hanche, avec flexion du genou d'environ 45 degrés. Essayez à nouveau de garder votre équilibre pendant 20 secondes avec les mains sur les hanches et les yeux fermés. Je vais compter le nombre de fois que vous quitterez cette position. Si vous êtes déséquilibré, ouvrez les yeux, reprenez la position correcte et continuez à garder l'équilibre. Je commencerai à chronométrer dès que vous aurez pris la position et fermé les yeux. »

#### (c) Position pieds alignés :

« À présent, alignez vos pieds en plaçant le pied non dominant derrière l'autre, la pointe contre son talon. Votre poids doit être bien réparti sur les deux pieds. Essayez à nouveau de garder l'équilibre pendant 20 secondes, les mains sur les hanches et les yeux fermés. Je vais compter le nombre de fois que vous quitterez cette position. Si vous êtes déséquilibré, ouvrez les yeux, reprenez la position correcte et continuez à garder l'équilibre. Je commencerai à chronométrer dès que vous aurez pris la position et fermé les yeux. »

### Tests d'équilibre : types d'erreurs

1. Mains quittant la crête iliaque
2. Ouverture des yeux
3. Pas, trébuchement voire chute
4. Déplacement des hanches en abduction > 30 degrés
5. Soulèvement de l'avant-pied ou du talon
6. Abandon de la position pendant plus de 5 sec

Chacun des tests de 20 secondes est évalué en comptant les erreurs ou déviations de la position correcte accumulées par l'athlète. L'examinateur ne commence à compter les erreurs qu'à partir du moment où l'athlète a pris la bonne position. **On calcule le score du BESS modifié en comptant un point pour chaque erreur faite au cours des trois tests de 20 secondes. Le nombre maximal d'erreurs par position est de 10.** Si un athlète fait plusieurs erreurs en même temps, une seule erreur est comptée, mais l'athlète doit reprendre rapidement la position testée, le comptage des erreurs se poursuivant dès qu'il est en position. Si l'athlète est incapable de maintenir la position testée au moins **cinq secondes** au début, le nombre maximal d'erreurs (dix) sera compté pour la position en question.

**OPTION :** on peut poursuivre l'évaluation en reprenant les 3 positions sur une surface en mousse de densité moyenne, par ex. de 50 x 40 x 6 cm env.

### Marche du funambule<sup>6,7</sup>

Les participants sont priés de se tenir debout, les pieds joints, de préférence sans chaussures, derrière une ligne de départ. Ensuite, ils marchent en avant aussi vite et précisément que possible le long d'une ligne de 3 mètres et de 38 mm de largeur (matérialisée par une bande adhésive), en plaçant à chaque pas le talon juste devant les orteils, en alternance. Quand ils passent la ligne d'arrivée des 3 mètres, ils font demi-tour et retournent au point de départ avec la même démarche. Quatre essais sont effectués, le meilleur temps est retenu. Les athlètes doivent réussir ce test en 14 secondes. Le test est manqué s'ils quittent la ligne, s'il y a un écart entre leur talon et leurs orteils, ou s'ils touchent l'examinateur ou un objet ou s'y agrippent. Dans ce cas, le temps n'est pas retenu et l'on fait un nouvel essai si la situation s'y prête.

## Examen de la coordination

### Coordination des membres supérieurs

Épreuve doigt-nez (EDN) :

« Je vais tester votre coordination. Asseyez-vous confortablement sur la chaise, les yeux ouverts et le bras (droit ou gauche) tendu vers l'avant (à 90 degrés de l'épaule, le coude et les doigts en extension). Lorsque je donnerai le signal de départ, vous porterez cinq fois de suite l'index au bout de votre nez, aussi vite et précisément que possible. »

**Score :** 5 répétitions correctes en < 4 secondes = 1

**Remarque aux examinateurs :** l'athlète ne réussit pas le test s'il ne touche pas son nez, n'étend pas complètement le coude ou ne répète pas le geste cinq fois. **Un échec correspond à 0 point.**

## Références et notes de fin

1. Cet outil a été développé par un groupe d'experts internationaux lors de la 4e réunion de concertation internationale sur les commotions cérébrales dans le sport qui a eu lieu à Zurich, en Suisse, en novembre 2012. Les résultats détaillés de la conférence et les auteurs de cet outil sont publiés dans le British Journal of Sports Medicine, Prévention et protection de la santé, 2013, volume 47, n° 5. Le document final sera également co-publié simultanément dans d'autres journaux biomédicaux de pointe, les droits d'auteurs étant détenus par le Concussion in Sport Group, pour permettre une distribution sans restriction du texte s'il n'est pas altéré.
2. P. McCrory et al., Consensus Statement on Concussion in Sport - 3e Conférence internationale sur la commotion cérébrale dans le sport, tenue à Zurich, novembre 2008, British Journal of Sports Medicine 2009, 43 : 176-89.
3. D.L. Maddocks, G.D. Dicker, M.M. Saling, The assessment of orientation following concussion in athletes. Clinical Journal of Sport Medicine. 1995; 5(1) : 32-3.
4. M. McCrea, Standardized mental status testing of acute concussion. Clinical Journal of Sport Medicine. 2001 ; 11 : 176 à 181.
5. K.M. Guskiewicz, Assessment of postural stability following sport-related concussion. Current Sports Medicine Reports. 2003 ; 2 : 24 à 30.
6. A.G. Schneiders, S.J. Sullivan, A. Gray, G. Hammond-Tooke et P. McCrory, Normative values for 16-37 year old subjects for three clinical measures of motor performance used in the assessment of sports concussions. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010 ; 13(2) : 196 à 201.
7. A.G. Schneiders, S.J. Sullivan, J.K.. Kvarnstrom, M. Olsson, T. Yden et S.W. Marshall, The effect of footwear and sports-surface on dynamic neurological screening in sport-related concussion. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010 ; 13(4) : 382 à 386.

**SCAT5** OUTIL D'ÉVALUATION DE LA COMMOTION DANS LE SPORT – 5<sup>e</sup> ÉDITION  
MIS AU POINT PAR LE CISG  
UTILISATION RÉSERVÉE AUX PROFESSIONNELS DE LA SANTÉ

avec le soutien de



**Informations sur le patient**

Nom: \_\_\_\_\_

Date de naissance: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Numéro d'identification: \_\_\_\_\_

Examineur.trice: \_\_\_\_\_

Date du traumatisme: \_\_\_\_\_ Heure: \_\_\_\_\_

### QU'EST-CE QUE LE SCAT5?

**Le SCAT5 est un outil d'évaluation standardisé des commotions cérébrales, conçu pour être utilisé par les médecins et les professionnels de la santé diplômés. Le SCAT5 ne peut pas être effectué correctement en moins de 10 minutes**

Si vous n'êtes pas médecin ou professionnel de la santé diplômé, veuillez utiliser l'outil d'identification des commotions cérébrales 5 (Concussion Recognition Tool 5, CRT5). Le SCAT5 sert à évaluer les athlètes à partir de 13 ans. Pour les enfants de 12 ans et moins, veuillez utiliser le SCAT5 pour enfants.

L'examen de base SCAT5 d'avant-saison peut être utile pour interpréter les scores du test suite à un traumatisme, mais il n'est pas obligatoire. Des instructions d'utilisation détaillées pour le SCAT5 sont fournies page 7. Veuillez lire attentivement ces instructions avant de procéder à l'évaluation de l'athlète. De courtes instructions verbales pour chaque test sont fournies en italiques. Le seul équipement nécessaire pour le test est une montre ou un chronomètre.

**Cet outil peut être copié librement sous sa forme actuelle afin d'être distribué aux particuliers, aux équipes, aux groupes et aux organisations. Il ne doit en aucun cas être modifié, renommé ou vendu à des fins commerciales. Toute révision, traduction ou reproduction sous forme numérique nécessite l'approbation spécifique du CISG.**

### Identifier et retirer du jeu

Un impact à la tête par coup direct ou transmission de force indirecte peut être associé à une lésion cérébrale grave et potentiellement mortelle. En cas d'inquiétude importante, notamment si vous remarquez l'un des signaux d'alarme de la Case 1, lancez immédiatement les procédures d'urgence et envoyez d'urgence l'athlète à l'hôpital.

### Points clés

- Tout athlète chez qui vous soupçonnez une commotion cérébrale doit **QUITTER LE TERRAIN**, passer une évaluation médicale et rester sous surveillance afin de détecter toute détérioration. **Aucun athlète atteint de commotion cérébrale ne doit retourner sur le terrain le jour du traumatisme.**
- Si vous soupçonnez une commotion cérébrale et que le personnel médical n'est pas immédiatement disponible, faites transférer l'athlète dans une structure médicale pour une évaluation d'urgence.
- Les athlètes chez qui l'on soupçonne une commotion cérébrale ne doivent pas boire d'alcool, consommer de drogue ou conduire de véhicule motorisé avant d'en avoir reçu l'autorisation par un professionnel de la santé.
- Les signes et symptômes d'une commotion cérébrale évoluent avec le temps, et il est important d'envisager une deuxième évaluation.
- Le diagnostic d'une commotion cérébrale est un jugement clinique effectué par un professionnel de la santé. Le SCAT5 ne doit **PAS** être utilisé seul pour établir le diagnostic d'une commotion cérébrale, ou l'exclure. Une commotion cérébrale est possible même si le SCAT5 de l'athlète est «normal».

### Remarque:

- Les principes de base de premiers secours (danger, réaction, voies respiratoires, respiration, circulation) doivent être suivis.
- N'essayez pas de déplacer l'athlète (sauf pour dégager ses voies respiratoires) à moins d'avoir reçu la formation nécessaire.
- Le dépistage des traumatismes médullaires est essentiel lors de l'évaluation initiale sur le terrain.
- N'enlevez pas de casque ou tout autre équipement, à moins d'avoir reçu la formation nécessaire.

## ÉVALUATION IMMÉDIATE OU SUR LE TERRAIN

L'évaluation des points suivants doit être effectuée chez tous les athlètes susceptibles de souffrir d'une commotion cérébrale avant l'évaluation neurocognitive. Elle doit idéalement être effectuée sur le terrain, après les premiers secours et les soins d'urgence.

Si vous remarquez un signal d'alarme ou un signe visible à la suite d'un choc à la tête direct ou indirect, l'athlète doit immédiatement quitter le terrain de façon sûre et être évalué par un médecin ou un professionnel de la santé diplômé.

La décision de transférer l'athlète vers une structure médicale est à la discrétion du médecin ou du professionnel de la santé diplômé.

L'échelle de Glasgow est une évaluation standard pour tous les patients qui peut être répétée en cas de détérioration de l'état de conscience. Les questions de Maddocks et l'examen du rachis cervical sont des étapes essentielles de l'évaluation immédiate. Toutefois, il n'est pas nécessaire d'effectuer ces tests périodiquement.

### ÉTAPE 1: SIGNAUX D'ALARME

#### SIGNAUX D'ALARME:

- Cervicalgie ou sensibilité
- Vision double (diplopie)
- Faiblesse ou sensation de picotement/brûlure dans les bras ou les jambes
- Céphalée importante ou croissante
- Vomissements
- Crises d'épilepsie ou convulsions
- Perte de connaissance
- Détérioration de l'état de conscience
- Nervosité, agitation ou agressivité croissantes

### ÉTAPE 2: SIGNES VISIBLES

Observé directement  sur vidéo

Allongé immobile sur la surface de jeu	O	N
Troubles de l'équilibre / démarche inégale / mauvaise coordination motrice: trébuchements ou mouvements lents / laborieux	O	N
Désorientation ou confusion, incapacité à répondre correctement aux questions	O	N
Regard vide ou absent	O	N
Lésion faciale suite à un traumatisme crânien	O	N

### ÉTAPE 3: ÉVALUATION DE LA MÉMOIRE QUESTIONS DE MADDOCKS<sup>2</sup>

"Je vais vous poser quelques questions. Écoutez attentivement et faites de votre mieux. D'abord, dites-moi ce qui s'est passé."

---



---



---

Entourez O en cas de réponse correcte / N en cas de réponse incorrecte

Dans quel stade sommes-nous aujourd'hui?	O	N
À quelle mi-temps sommes-nous?	O	N
Qui a marqué en dernier au cours de ce match?	O	N
Contre quelle équipe avez-vous joué la semaine dernière / le dernier match?	O	N
Votre équipe a-t-elle gagné le dernier match?	O	N

**Remarque: Certaines questions spécifiques au sport peuvent être remplacées.**

Nom: \_\_\_\_\_  
 Date de naissance: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Numéro d'identification: \_\_\_\_\_  
 Examineur.trice: \_\_\_\_\_  
 Date: \_\_\_\_\_

### ÉTAPE 4: EXAMEN ÉCHELLE DE GLASGOW<sup>3</sup>

Heure de l'évaluation \_\_\_\_\_  
 Date de l'évaluation \_\_\_\_\_

#### Meilleure ouverture de yeux (E)

Nulle	1	1	1
En réaction à la douleur	2	2	2
Sur demande	3	3	3
Spontanée	4	4	4

#### Meilleure réponse verbale (V)

Nulle	1	1	1
Sons incompréhensibles	2	2	2
Mots inadaptes	3	3	3
Confuse	4	4	4
Adaptée	5	5	5

#### Meilleure réponse motrice (M)

Nulle	1	1	1
Extension en réaction à la douleur	2	2	2
Flexion anormale en réaction à la douleur	3	3	3
Flexion/Évitement de la douleur	4	4	4
Orientée (localisation de la douleur)	5	5	5
Obéit aux ordres	6	6	6

#### Score de l'échelle de Glasgow (E + V + M)

### ÉVALUATION DU RACHIS CERVICAL

L'athlète signale-t-il une absence de cervicalgie au repos?	O	N
En cas d'ABSENCE de cervicalgie au repos, l'athlète a-t-il une amplitude de mouvements ACTIFS complète sans douleur?	O	N
La force et la sensation dans les membres sont-elles normales?	O	N

**Si le patient n'est pas lucide ou entièrement conscient, il faut considérer qu'il souffre d'un traumatisme du rachis cervical jusqu'à preuve du contraire.**

## ÉVALUATION EN CABINET OU HORS DU TERRAIN

Noter que l'évaluation neurocognitive doit être effectuée dans un environnement sans distractions, pendant que l'athlète est au repos.

### ÉTAPE 1: INFORMATIONS SUR L'ATHLÈTE

Sport / équipe / école: \_\_\_\_\_

Date / heure du traumatisme: \_\_\_\_\_

Années de scolarité révolues: \_\_\_\_\_

Âge: \_\_\_\_\_

Sexe: H / F / Autre

Main dominante: gauche / aucune / droite

Combien de commotions cérébrales ont déjà été diagnostiquées chez l'athlète? \_\_\_\_\_

À quand remonte sa dernière commotion cérébrale? \_\_\_\_\_

Combien de temps a duré la guérison (temps avant le retour au jeu) de sa dernière commotion cérébrale? \_\_\_\_\_ (jours)

#### L'athlète a-t-elle déjà:

	Oui	Non
Été hospitalisé.e suite à un traumatisme crânien?		
Reçu un diagnostic/traitement pour des céphalées ou des migraines?		
Reçu un diagnostic de trouble de l'apprentissage/dyslexie?		
Reçu un diagnostic de TDA/TDAH?		
Reçu un diagnostic de dépression, d'anxiété ou d'autre trouble psychiatrique?		

Traitements actuels? Si oui, lesquels:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nom: \_\_\_\_\_

Date de naissance: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Numéro d'identification: \_\_\_\_\_

Examineur.trice: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

2

### ÉTAPE 2: ÉVALUATION DES SYMPTÔMES

Vous devez donner le formulaire des symptômes à l'athlète et lui demander de lire ce paragraphe d'instructions à voix haute avant de remplir l'échelle. Pour l'évaluation de base, l'athlète doit donner une note à ses symptômes selon son ressenti habituel. Pour l'évaluation post-traumatisme, l'athlète doit donner une note à ses symptômes actuels.

Cocher la case correspondante:  Base  Post-traumatisme

Donnez le formulaire à l'athlète

	RAS	Léger	Modéré	Important
Maux de têtes	0 1 2 3 4 5 6			
«Pression dans le crâne»	0 1 2 3 4 5 6			
Douleur dans le cou	0 1 2 3 4 5 6			
Nausée ou vomissement	0 1 2 3 4 5 6			
Vertiges	0 1 2 3 4 5 6			
Vision trouble	0 1 2 3 4 5 6			
Problèmes d'équilibre	0 1 2 3 4 5 6			
Sensibilité à la lumière	0 1 2 3 4 5 6			
Sensibilité au bruit	0 1 2 3 4 5 6			
Sensation d'être ralentie	0 1 2 3 4 5 6			
Sensation d'être «dans le brouillard»	0 1 2 3 4 5 6			
«Ne pas se sentir normal.e»	0 1 2 3 4 5 6			
Problèmes de concentration	0 1 2 3 4 5 6			
Problèmes de mémoire	0 1 2 3 4 5 6			
Fatigue ou manque d'énergie	0 1 2 3 4 5 6			
Confusion	0 1 2 3 4 5 6			
Somnolence	0 1 2 3 4 5 6			
Sensibilité	0 1 2 3 4 5 6			
Irritabilité	0 1 2 3 4 5 6			
Tristesse	0 1 2 3 4 5 6			
Nervosité ou anxiété	0 1 2 3 4 5 6			
Difficultés à s'en dormir (si applicable)	0 1 2 3 4 5 6			
Nombre total de symptômes:	sur 22			
Degré de sévérité des symptômes:	sur 132			
Vos symptômes s'aggravent-ils pendant une activité physique?	O N			
Vos symptômes s'aggravent-ils pendant une activité mentale?	O N			
Si 100 % correspond à une sensation normale, à combien de pour cent vous sentez-vous normal.e?				

Si la réponse n'est pas 100%, pourquoi?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Rendez le formulaire à l'examineur.trice

## ÉTAPE 3: EXAMEN COGNITIF

### Évaluation standardisée des commotions cérébrales (SAC)<sup>4</sup>

#### ORIENTATION

Quel mois sommes-nous ?	0	1
Quelle est la date d'aujourd'hui ?	0	1
Quel jour de la semaine sommes-nous ?	0	1
En quelle année sommes-nous ?	0	1
Quelle heure est-il ? (à 1 h près)	0	1
<b>Score d'orientation</b>	<b>sur 5</b>	

#### MÉMOIRE IMMÉDIATE

Le test de mémoire immédiate peut être effectué avec la liste classique de cinq mots par test, ou avec une liste optionnelle de dix mots afin de minimiser tout effet de plafonnement. Vous devez faire passer les trois tests à l'athlète, quel que soit le nombre de réponses correctes au premier. Prononcez un mot par seconde.

Choisissez le groupe de listes de cinq mots OU dix mots et entourez la liste spécifique choisie pour ce test.

Je vais tester votre mémoire. Je vais vous lire une liste de mots, et vous devrez ensuite répéter tous les mots dont vous vous souvenez, peu importe l'ordre. Pour les tests 2 et 3 : Je vais répéter la même liste. Répétez tous les mots dont vous vous souvenez, peu importe l'ordre, même si vous avez déjà dit le mot.

Liste	Listes de cinq mots alternatives					Score (sur 5)		
	Test 1	Test 2	Test 3					
A	Doigt	Monnaie	Couverture	Citron	Insecte			
B	Bouge	Papier	Sucre	Sandwich	Wagon			
C	Bébé	Singe	Parfum	Courlier de soleil	Fer			
D	Coude	Pomme	Tapis	Selle	Bulle			
E	Veste	flèche	Paire	Coton	Film			
F	Dollar	Miel	Miroir	Selle	Ancre			
<b>Score de mémoire immédiate</b>						<b>sur 15</b>		
<b>Heure de passage du dernier test</b>								

Liste	Listes de dix mots alternatives					Score (sur 10)		
	Test 1	Test 2	Test 3					
G	Doigt	Monnaie	Couverture	Citron	Insecte			
	Bouge	Papier	Sucre	Sandwich	Wagon			
H	Bébé	Singe	Parfum	Courlier de soleil	Fer			
	Coude	Pomme	Tapis	Selle	Bulle			
I	Veste	flèche	Paire	Coton	Film			
	Dollar	Miel	Miroir	Selle	Ancre			
<b>Score de mémoire immédiate</b>						<b>sur 30</b>		
<b>Heure de passage du dernier test</b>								

Nom: \_\_\_\_\_  
 Date de naissance: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Numéro d'identification: \_\_\_\_\_  
 Examineur.trice: \_\_\_\_\_  
 Date: \_\_\_\_\_

#### CONCENTRATION CHIFFRES À L'ENVERS

Entourez la liste de chiffres choisie (A, B, C, D, E, F). Lisez un chiffre par seconde, en lisant la colonne sélectionnée DE HAUT EN BAS.

Je vais vous lire une liste de chiffres, et vous allez ensuite me la répéter dans l'ordre inverse de celui dans lequel vous l'avez entendue. Par exemple, si je dis 7-1-9, vous devez dire 9-1-7.

Concentration: listes de chiffres (entourez-en une)						
Liste A	Liste B	Liste C				
4-9-3	5-0-6	1-4-2	0	N	0	
6-2-9	4-1-5	6-5-8	0	N	1	
3-8-4	1-7-5	6-8-3	0	N	0	
3-0-7-9	4-9-6-8	3-4-8-1	0	N	1	
6-2-9-7-1	4-8-5-2-7	4-9-1-5-3	0	N	0	
1-5-2-8-6	6-1-8-4-3	8-8-2-5-1	0	N	1	
7-1-8-4-6-2	8-3-1-9-6-4	3-7-6-5-1-9	0	N	0	
5-3-9-1-4-8	7-2-4-8-5-6	9-0-6-5-1-4	0	N	1	
Liste D	Liste E	Liste F				
7-8-2	3-8-2	2-7-1	0	N	0	
9-2-6	5-1-8	4-7-8	0	N	1	
4-1-8-3	2-7-9-3	1-8-8-3	0	N	0	
9-7-2-3	2-1-6-9	3-9-2-4	0	N	1	
1-7-9-2-6	4-1-8-6-9	2-4-7-5-8	0	N	0	
4-1-7-5-2	9-4-1-7-5	8-9-6-4-4	0	N	1	
2-6-4-8-1-7	6-9-7-8-2	5-8-6-2-4-9	0	N	0	
8-4-1-9-3-5	4-2-7-9-3-8	3-1-7-8-2-6	0	N	1	
<b>Score des chiffres:</b>						<b>sur 4</b>

#### MOIS À L'ENVERS

Maintenant, récitez les mois de l'année à l'envers. Commencez par le dernier mois et remontez-les. Vous allez donc dire « décembre, novembre ». Allez-y.

Déc – Nov – Oct – Sept – Août – Juil – Juin	0	1
– Mai – Avr – Mar – Fév – Jan		
<b>Score des mois</b>	<b>sur 1</b>	
<b>Score de concentration total (Chiffres + Mois)</b>	<b>sur 5</b>	



## QUADAS-2

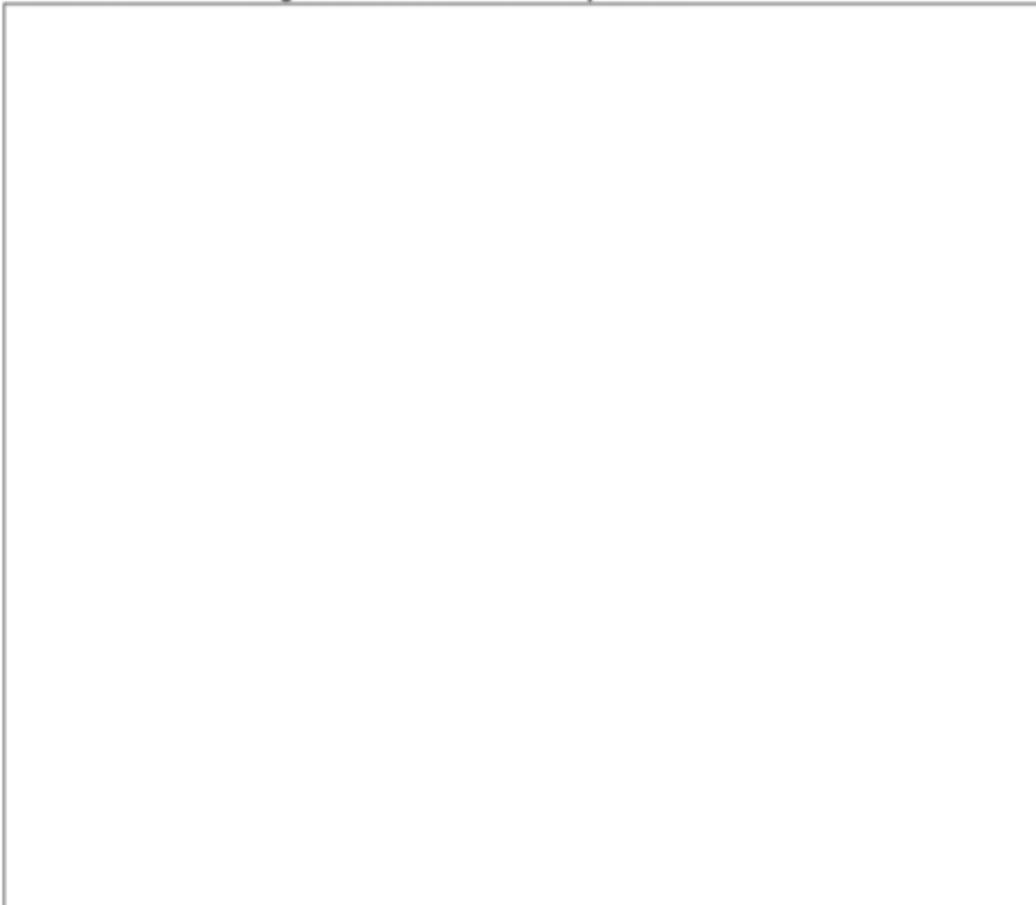
### Phase 1 : Posez la question clinique :

Patients (contexte, motif de consultation, tableau clinique, tests précédemment réalisés) :

Test(s) évalué(s) :

Test de référence et condition cible :

### Phase 2 : Dessinez le diagramme de flux de l'étude primaire



### Phase 3 : Risque de biais and jugement sur l'applicabilité

La QUADAS-2 est organisée en 4 domaines qui sont chacun évalués en terme de risque de biais et d'applicabilité clinique de la question de recherche (telle que définie plus haut). Chaque domaine comprend une série de questions qui permettent de porter un jugement sur le risque de biais et l'applicabilité clinique.

#### DOMAINE 1 : SELECTION DES PATIENTS

##### A. Risque de biais

Décrivez la méthode de sélection des patients :

- |  |                   |
|--|-------------------|
| ❖ Un échantillon de patients a-t-il été recruté de manière aléatoire ? | Oui/Non/Incertain |
| ❖ Un schéma d'étude type cas-témoin a-t-il été évité ?                 | Oui/Non/Incertain |
| ❖ L'étude a-t-elle évité des exclusions inappropriées ?                | Oui/Non/Incertain |

La sélection des patients a-t-elle pu introduire un biais ? **RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN**

##### B. Préoccupations sur l'applicabilité

Décrivez les patients inclus (...) :

Il y a-t-il un risque que les patients sélectionnés ne correspondent pas à la question de recherche ?  
**PREOCCUPATION : FAIBLE/ELEVEE/INCERTAINE**

#### DOMAINE 2 : TEST EVALUE

Si plus d'un test est évalué, veuillez répondre à ces questions pour chaque test

##### A. Risque de biais

Décrivez le test évalué, comment il a été réalisé et interprété :

- |   |                   |
|---|-------------------|
| ❖ Les résultats du test évalué ont-ils été interprétés sans avoir connaissance des résultats du test de référence ? | Oui/Non/Incertain |
| ❖ Si un seuil de décision a été utilisé, a-t-il été spécifié ?  | Oui/Non/Incertain |

La réalisation ou l'interprétation du test a-t-elle pu introduire un biais ?  
**RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN**

##### B. Préoccupations sur l'applicabilité

Il y a-t-il une préoccupation quant au fait que le test évalué, dans sa réalisation, interprétation, diffère de la question de recherche ?  
**PREOCCUPATION : FAIBLE/ELEVEE/INCERTAINE**

)

### DOMAINE 3 : TEST DE REFERENCE

#### A. Risque de biais

Décrivez le test de référence, comment il a été réalisé et interprété :

- ❖ Le test de référence est-il susceptible de correctement identifier la pathologie recherchée ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Les résultats du test de référence ont-ils été interprétés sans avoir connaissance des résultats du test évalué ? Oui/Non/Incertain

La réalisation ou l'interprétation du test de référence a-t-elle pu introduire un biais ?

**RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN**

#### B. Préoccupations sur l'applicabilité

Il y a-t-il une préoccupation quant au fait que la pathologie telle qu'elle a été diagnostiquée par le test de référence diffère de celle de la question de recherche ?

**PREOCCUPATION : FAIBLE/ELEVEE/INCERTAINE**

### DOMAINE 3 : SUIVI ET TEMPORISATION

#### A. Risque de biais

Décrivez tous les patients qui n'ont pas reçu le test évalué et/ou le test de référence ou qui ont été exclus du tableau de contingence 2X2 (confère au diagramme de flux):

Décrivez l'intervalle de temps utilisé et tout traitement mis en place entre le test à évaluer et le test de référence :

- ❖ L'intervalle de temps entre la réalisation du test évalué et le test de référence est-il approprié ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Tous les patients ont-ils reçu le test de référence ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Tous les patients ont-ils reçu le même test de référence ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Tous les patients sont-ils inclus dans l'analyse ? Oui/Non/Incertain

Le suivi des patients a-t-il pu introduire un biais ?

**RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN**

Annexe 9 : Echelle de QAREL

**Quality Assessment of diagnostic Reliability (QAREL)**

Items	oui	non	incertain	NA
1. Le test a-t-il été évalué avec un échantillon de sujets représentatifs (de la population sur laquelle les auteurs ont l'intention d'appliquer les résultats) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Le test a-t-il été évalué par des évaluateurs représentatifs (de ceux sur qui les auteurs ont l'intention d'appliquer les résultats) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Les évaluateurs étaient-ils en aveugle par rapport aux résultats des autres évaluateurs au cours de l'étude ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Les évaluateurs étaient-ils en aveugle par rapport à leur propre résultat évalué précédemment ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Les évaluateurs étaient-ils en aveugle du gold standard de la variable évaluée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Les évaluateurs étaient-ils en aveugle par rapport à une quelconque information clinique fournie intentionnellement dans la procédure du test ou dans le cadre du protocole de l'étude ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Les évaluateurs étaient-ils en aveugle par rapport à d'éventuels indices qui ne faisaient pas partie du test ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. L'ordre d'évaluation a-t-il varié ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. L'intervalle de temps entre les mesures répétées était-il compatible avec la stabilité (ou stabilité théorique) de la variable mesurée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Le test a-t-il été appliqué correctement et interprété de manière appropriée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11. Est-ce qu'une mesure statistique de l'accord entre les évaluateurs a été utilisée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Source (traduction libre): Lucas NP, Macaskill P, Irwig I, Bogduk N. The development of a quality appraisal tool for studies of diagnostic reliability. *Journal of Clinical Epidemiology*, 2010; 63: 854-861.

## Annexe 10 : Grille AMSTAR-2

- 1 / Les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue comprenaient-ils les éléments de PICO ?
- 2 / Le rapport de la revue contenait-il un énoncé explicite selon lequel les méthodes de la revue ont été établies avant sa réalisation, et le rapport justifiait-il tout écart important par rapport au protocole ?
- 3 / Les auteurs de la revue ont-ils expliqué leur choix des modèles d'étude inclus dans la revue ?
- 4/ Les auteurs de la revue ont-ils eu recours à une stratégie exhaustive pour leur recherche de littérature ?
- 5/ Les auteurs de la revue ont-ils réalisé la sélection des études en double ?
- 6 / Les auteurs de la revue ont-ils effectué la récupération des données en double ?
- 7/ Les auteurs de la revue ont-ils fourni une liste des études exclues et une justification de leur exclusion ?
- 8 / Les auteurs de la revue ont-ils décrit suffisamment en détail les études incluses ?
- 9 / Les auteurs de la revue ont-ils employé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
- 10 / Les auteurs de la revue ont-ils mentionné les sources de financement des études incluses ?
- 11 / Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs de la revue ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour réaliser une combinaison statistique des résultats ?
- 12 / Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs de la revue ont-ils évalué les effets potentiels du risque de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'autres synthèses des données probantes ?
- 13 / Les auteurs de la revue ont-ils tenu compte du risque de biais dans les études primaires au moment d'interpréter ou de discuter des résultats de la revue ?
- 14 / Les auteurs de la revue ont-ils expliqué et analysé de façon satisfaisante toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue ?
- 15 / S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs de la revue ont-ils effectué un examen adéquat du biais de publication (biais résultant de la petite taille des études) et abordé ses effets probables sur les résultats de la revue ?
- 16 / Les auteurs de la revue ont-ils déclaré toutes les sources potentielles de conflits d'intérêts, y compris le financement reçu pour réaliser la revue ?

Annexe 11: Tableau 2 de l'article Reliability of the Sport Concussion Assessment Tool 5 baseline testing: A 2-week test-retest study

Descriptive statistics and stability coefficients for the SCATS.

	Baseline (Test 1)											Retest (Test 2)											Agreement coefficients		Stability coefficients	
	n	M	Md	SD	SEM	Range	IQR	Skew	Kurt.	M	Md	SD	SEM	Range	IQR	Skew	Kurt.	ICC <sub>W</sub>	ICC <sub>B</sub>	r <sub>s</sub>	sig-t					
<b>Symptom evaluation</b>																										
Score (0-22)	62	2.2	1	3.3	1.28	0-16	0-3	2.1	5.3	1.3	0	2.3	0.89	0-12	0-2	3.2	11.3	0.84	0.75	0.85	(p<0.001)	-4.0	(p<0.001)			
Severity (0-132)	62	3.1	1	5.9	2.36	0-38	0-4	3.9	19.8	1.8	0	3.6	1.44	0-23	0-2	4.2	20.7	0.84	0.78	0.84	(p<0.001)	-3.9	(p<0.001)			
<b>Cognitive screening (SAC)</b>																										
Total (0-50)	62	35.4	35	4.2	2.72	28-45	32-38	0.4	-0.5	34.9	34	4.8	3.11	27-44	31-39	0.0	-1.1	0.58	0.51	0.58	(p<0.001)	-0.8	(p=0.412)			
Orientation (0-5)	62	5.0	5	0.2	0.21	4-5	5-5	-4.3	17.2	4.7	5	0.5	0.53	4-5	4-5	-1.0	-1.0	0	-0.17	-0.14	(p=0.283)	-3.1	(p=0.002)			
Immediate memory (0-30)	62	20.4	20	2.9	2.25	15-27	18-22	0.4	-0.2	20.3	20	2.9	2.25	15-26	18-23	-0.1	-0.9	0.52	0.33	0.40	(p=0.001)	-0.4	(p=0.684)			
Concentration (0-5)	62	3.5	4	1.1	0.68	0-5	3-4	-0.5	0.6	3.6	4	1.0	0.62	2-5	3-4	-0.1	-1.0	0.59	0.64	0.62	(p<0.001)	0.8	(p=0.398)			
Delayed recall (0-10)	62	6.6	7	1.7	1.26	2-10	6-8	-0.5	0.2	6.2	6	1.6	1.19	2-10	5-7	0.1	-0.2	0.39	0.47	0.45	(p<0.001)	-1.4	(p=0.158)			
<b>Balance examination (mBESS)</b>																										
Total (0-30)	62	5.2	2.5	5.9	4.57	0-20	0-10	1.1	0.3	4.8	2	5.9	4.57	0-20	0-10	1.2	0.5	0.38	0.39	0.40	(p=0.001)	-0.5	(p=0.607)			
Single leg stance (0-10)	62	3.2	1	4.0	3.10	0-10	0-5	1.0	-0.7	3.6	1	4.4	3.41	0-10	0-10	0.7	-1.4	0.34	0.22	0.40	(p=0.001)	0.7	(p=0.510)			
Tandem stance (0-10)	62	2.0	0	3.6	3.24	0-10	0-1	1.8	1.4	1.2	0	2.8	2.52	0-10	0-1	2.7	6.3	0.11	0.25	0.19	(p=0.132)	-1.3	(p=0.180)			

Note: n = sample size, M = mean, Md = median, SD = standard deviation, SEM (standard error of measurement) =  $SD\sqrt{1-r_s}$ , standard deviation multiplied by the square root of 1 minus the Spearman test-retest reliability coefficient, IQR = interquartile range, skew = skewness, Kurt. = kurtosis, ICC<sub>W</sub> = intraclass correlation coefficient of agreement within raters, ICC<sub>B</sub> = intraclass correlation coefficient of agreement between raters, r<sub>s</sub> = Spearman's r and sig-t = Wilcoxon signed-rank test Z-value. SAC = Standardized Assessment of Concussion and mBESS = modified Balance Error Scoring System. Athletes did not make any errors on the mBESS Double leg stance so those values are not included in the table. The correlation and agreement coefficients for the Orientation score are very low because there is virtually no variability in test-retest scores; most athletes score 5 on both test and retest. The Spearman test-retest correlations for the subsample that was tested by the same examiner twice (n = 23) were as follows: Symptom Total Score = 0.77 (p < 0.001), Symptom Severity = 0.76 (p < 0.001), SAC Total = 0.60 (p < 0.001), Orientation: N/A, Immediate memory = 0.50 (p = 0.003), Concentration = 0.58 (p < 0.001), Delayed recall = 0.34 (p = 0.052), mBESS Total Score = 0.48 (p = 0.004), Single leg stance = 0.44 (p = 0.011), and Tandem stance = 0.32 (p = 0.071). The Spearman test-retest correlations for the subsample that was tested by the different examiners on consecutive occasions (n = 29) were as follows: Symptom Total Score = 0.88 (p < 0.001), Symptom Severity = 0.88 (p < 0.001), SAC Total = 0.55 (p = 0.002), Orientation = -0.19 (p = 0.319), Immediate memory = 0.32 (p = 0.089), Concentration = 0.67 (p < 0.001), Delayed recall = 0.52 (p = 0.004), mBESS Total Score = 0.21 (p = 0.273), Single leg stance = 0.26 (p = 0.171), and Tandem stance = -0.04 (p = 0.849).

## Score Maddocks<sup>3</sup>

« Je vais vous poser quelques questions, écoutez bien et répondez du mieux que vous pouvez. ».

Questionnaire de Maddocks modifié (1 point pour chaque réponse correcte)

Dans quel stade sommes-nous aujourd'hui ?	0	1
À quelle mi-temps sommes-nous ?	0	1
Qui a marqué en dernier dans ce match ?	0	1
Contre quelle équipe avez-vous joué la semaine dernière/le dernier match ?	0	1
Votre équipe a-t-elle gagné le dernier match ?	0	1
<b>Score Maddocks</b>		sur 5

Le score Maddocks est validé uniquement pour le diagnostic sur la ligne de touche lors de commotions cérébrales ; il n'est pas utilisé pour des tests périodiques.

**INTÉRÊT DE LA SPORT CONCUSSION ASSESSMENT TOOL DANS LE DIAGNOSTIC DES COMMOTIONS CÉRÉBRALES CHEZ LE SPORTIF.**

**INTEREST OF THE SPORT CONCUSSION ASSESSMENT TOOL IN THE DIAGNOSIS OF CONCUSSIONS IN ATHLETES.**

**Introduction :** La Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) et ses versions précédentes, la SCAT, SCAT2 et SCAT3, ont été créés en adaptant des tests existants et approuvés par le Concussion in Sport Group pour établir un protocole d'évaluation standardisé pour évaluer les cas de commotion cérébrale aiguë.

**Objectif :** Notre objectif est d'évaluer les propriétés métrologiques, la validité et la fiabilité des SCAT (troisième et cinquième versions) afin de déterminer si leur utilisation est pertinente chez les sportifs.

**Méthode :** Les bases de données Google Scholar et PubMed ont été consultées pour inclure des études diagnostiques transversales entre 2013 et 2024 dans cette revue. L'inclusion des études, l'extraction des données et l'évaluation des biais en utilisant la QUADAS 2 et la QAREL ont été effectuées par un seul évaluateur. Les études incluses devaient aborder l'une des propriétés suivantes : la validité (sensibilité et spécificité). La population cible était les sportifs.

**Résultat :** Les résultats obtenus pour la validité sont les suivants : le sous-test PCSS et la gravité des symptômes sont les plus sensibles des trois. Selon Chin et al., pour l'échelle de gravité des symptômes, le groupe témoin obtient un score moyen de 4,50 et le groupe de cas 24,91 à 24 heures. Selon Jared M. Bruce et al., la sensibilité de l'échelle des symptômes est de 87,86 % et la sensibilité du test de gravité des symptômes est de 81,43 %. Dans l'ensemble, tous les articles s'accordent sur le fait que le sous-test le plus fiable est le PCSS.

**Conclusion :** Malgré des défaillances à prendre en compte lors de son utilisation, la SCAT reste un outil thérapeutique utile dans le dépistage et la gestion des CC. Il permet au thérapeute d'être guidé dans la prise de décision de sortir ou pas du jeu le sportif suspecté de commotion.

**Introduction :** The Sport Concussion Assessment Tool-Fifth Edition (SCAT5) and its predecessors, including the SCAT, SCAT2, and SCAT3, were created to adapt existing tests and endorsed by the Concussion in Sport Group to establish a standardized assessment protocol for evaluating acute concussion cases.

**Objective :** We aim to evaluate the metrological properties, validity and reliability, of the SCAT (third and fifth versions) to determine if their use is relevant among athletes.

**Method :** The Google Scholar and PubMed databases were searched to include cross-sectional diagnostic studies between 2013 and 2024 in this review. Data extraction, and bias assessment were performed by a single reviewer using QUADAS 2 and QAREL scales. Included studies had to address one of the following properties: validity (sensitivity and specificity). The target population was athletes.

**Results :** The results obtained for validity are as follows: the PCSS subtest and symptom severity are the most sensitive of the three. According to Chin et al., for the scale scoring symptom severity, the control group obtains an average score of 4.50 and the case group 24.91 at 24 hours. According to Jared M. Bruce et al., the sensitivity of the symptom scale is 87.86%, and the sensitivity of the severity symptom test is 81.43%. Overall, all articles agree that the subtest with the highest reliability is PCSS.

**Conclusion :** Despite these shortcomings to consider in its use, the SCAT remains a useful therapeutic tool in screening and managing concussion. It enables the therapist to be guided in the decision-making process of whether or not to remove the suspected concussion athlete from the game.

**Mots clé :** commotion cérébrale, SCAT, propriétés métrologiques / **Keywords :** concussion, SCAT, metrological properties

Nombre de pages : 125

Directeur de mémoire : Mr. Houdant Benjamin