



AthleteMonitoring

Optimisation de la charge d'Entraînement et Prévention des Blessures Sportives

par François Gazzano, BSc.

AthleteMonitoring.com - Canada

INTRODUCTION

Blessures, infections et contreperformances sont des problèmes courants en sport de haut niveau. En France, chaque année, environ 792.000 athlètes de 15 à 29 ans sont victimes de blessures sportives⁸. Les sports de balle et d'équipe sont les plus à risque puisque si le football, le rugby, le basketball, le handball et le tennis ne représentent que 23 % des pratiquants de sport, ils représentent 76 % de toutes les blessures⁸.

Si la cause des blessures est souvent multifactorielle, et inclue des facteurs intrinsèques et extrinsèques¹³, de récentes recherches ont identifié la gestion de la charge de travail comme l'un des facteur de risque principaux de blessure liées à la pratique du sport intensif^{2,3,4,9}.

Dans cet article, nous présenterons les concepts fondamentaux de la gestion de charge de travail, les principaux indicateurs scientifiquement validés, ainsi que des stratégies et recommandations pratiques qui, une fois appliquées, permettront de réduire les risques de blessures et d'optimiser la performance.

DEFINITIONS

Charge de travail

Si le terme *charge d'entraînement* demeure limité aux activités d'entraînement et de compétition, celui de *Charge de travail*, désigne la combinaison de facteurs de stress sportifs et non-sportifs (entraînement, compétition, travail, vie sociale, famille, études, etc.) qui affectent le sportif¹³. La charge de travail peut être divisée en deux catégories principales: charge externe et charge interne.

Charge externe

La *charge externe* représente le stimulus externe, appliqué à l'athlète¹³. C'est le travail physique sportif et non sportif objectivement mesurable réalisé par l'athlète lors des entraînements, compétitions et des activités physiques de la vie courante. La charge externe est généralement mesurée à l'aide de chronomètre, capteurs GPS, accéléromètres, dynamomètres, etc.

Charge interne

La *charge interne* représente la réponse psychologique et physiologique à la charge externe, combinée à celle des activités de la vie courante et autres facteurs environnementaux et biologiques¹³. La charge interne est mesurée à l'aide de mesures objectives telles que la fréquence cardiaque, lactate sanguins et d'indicateurs subjectifs tels que la perception de l'effort (RPE).

Si la charge externe permet d'analyser le travail objectif réalisé par l'athlète et sa capacité de performance¹³, la charge interne est le déclencheur des adaptations -positives ou négatives- provoquées par l'entraînement¹⁶.

Le contrôle et l'analyse de la charge interne permet d'identifier les besoins individuels de récupération, de prédire les baisses et améliorations de performance, d'anticiper les problèmes de santé et d'optimiser les programmes d'entraînement et de compétition. La gestion efficace de la charge interne constitue la pierre angulaire de tout programme visant l'amélioration des performances et la préservation de la santé des athlètes.

Terme	Définition
Charge / Charge de travail	Combinaison du stress sportif et non-sportif
Charge externe	Stimulus externe appliqué au sportif
Charge interne	Réponse physiologique et psychologique à la charge externe et au stress non-sportif

Mesure de la charge interne

Une méthode simple, efficace et scientifiquement validée pour mesurer la charge interne est la méthode RPE-séance (sRPE) proposée par le chercheur américain Dr. Carl Foster^{2,3}. Cette technique demande à l'athlète d'autoévaluer la difficulté globale de chaque séance sur une échelle de 0 à 10 (sRPE). La charge interne de la séance est ensuite obtenue en multipliant la difficulté de la séance par sa durée (CHARGE=sRPE x Durée en minutes). Cette méthode ne requiert aucun équipement particulier et a été validée pour une utilisation dans la plupart des sports et des activités d'entraînement ou de compétition.

Échelle utilisée pour l'autoévaluation de la difficulté des séances ³

Rating	Description
0	Aucun effort
1	Très très facile
2	Facile

3	Modéré
4	Un peu difficile
5	Difficile
6	*
7	Très difficile
8	*
9	*
10	Maximal

Indicateurs originaux proposés par la méthode RPE-séance³

1. Charge de la séance = RPE séance x durée en minutes
2. Charge quotidienne= Somme de la charge de toutes les séances de la journée
3. Charge hebdomadaire = Somme des charges quotidiennes de la semaine
4. Monotonie= Écart-type de la charge hebdomadaire
5. Contrainte = Charge quotidienne ou hebdomadaire x Monotonie

sRPE vs Fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque (FC) est souvent utilisée pour estimer la charge interne. Cette méthode s'appuie sur la relation linéaire existant entre la FC et la consommation d'oxygène à l'effort sous maximal³⁰ et, nécessite généralement l'utilisation d'un cardiofréquencemètre.

Bien que s'appuyant sur des bases scientifiques, la quantification de la charge interne à l'aide de la fréquence cardiaque comporte deux limites importantes:

- 1) L'utilisation de la fréquence cardiaque sous-estime la charge interne lors des efforts de type anaérobie (activités intenses et de courte durée²⁷ telles qu'accélérations, sprints, musculation, etc.).
- 2) Les fréquences cardiaques de repos, sous-maximale et maximale fluctuent quotidiennement^{29,30}. Par conséquent, sans une recalibration régulière du cardiofréquencemètre, la charge calculée à l'aide de la fréquence cardiaque restera une estimation imprécise.

Si la fréquence cardiaque permet de quantifier la charge interne et offrir des informations physiologiques supplémentaires lors de certaines séances, son utilité reste limitée aux activités de type aérobies. La méthode sRPE, plus polyvalente, permet de quantifier la charge interne avec précision²⁵ et ce, pour la plupart des sports et activités d'entraînement et de compétition ²⁷.

IDENTIFICATION DE LA CHARGE "OPTIMALE"

En sport de haut niveau, la fatigue excessive joue un rôle central dans l'apparition des blessures. La fatigue réduit la capacité de décision, la coordination et le contrôle neuromusculaire¹³. Le risque de blessure augmente lorsque la charge externe dépasse la capacité de l'athlète ¹³. Par exemple, en hockey sur glace professionnel, le temps de glace moyen par match est un prédicteur significatif des commotions cérébrales ²³.

Au football (soccer), la fatigue contribue directement à l'apparition des blessures aux ligaments croisés antérieurs (LCA)²⁴.

Le risque de blessure augmente particulièrement lorsque : 1) une charge de travail élevée est prescrite aux athlètes qui ne sont pas physiquement ou psychologiquement prêts à la tolérer⁴ (ex : sous-entraînés, retour de blessure, changement de niveau, etc.), ou; 2) lorsque les athlètes sont en excellente forme et correctement préparés, mais ont besoin de repos¹³. Dans les deux cas, la charge prescrite excède la capacité de tolérance de l'athlète, provoque une fatigue excessive et augmente le risque de blessure.

Le rôle d'un programme de gestion de la charge est réduire le risque de blessure, prévenir le surentraînement et optimiser la performance.

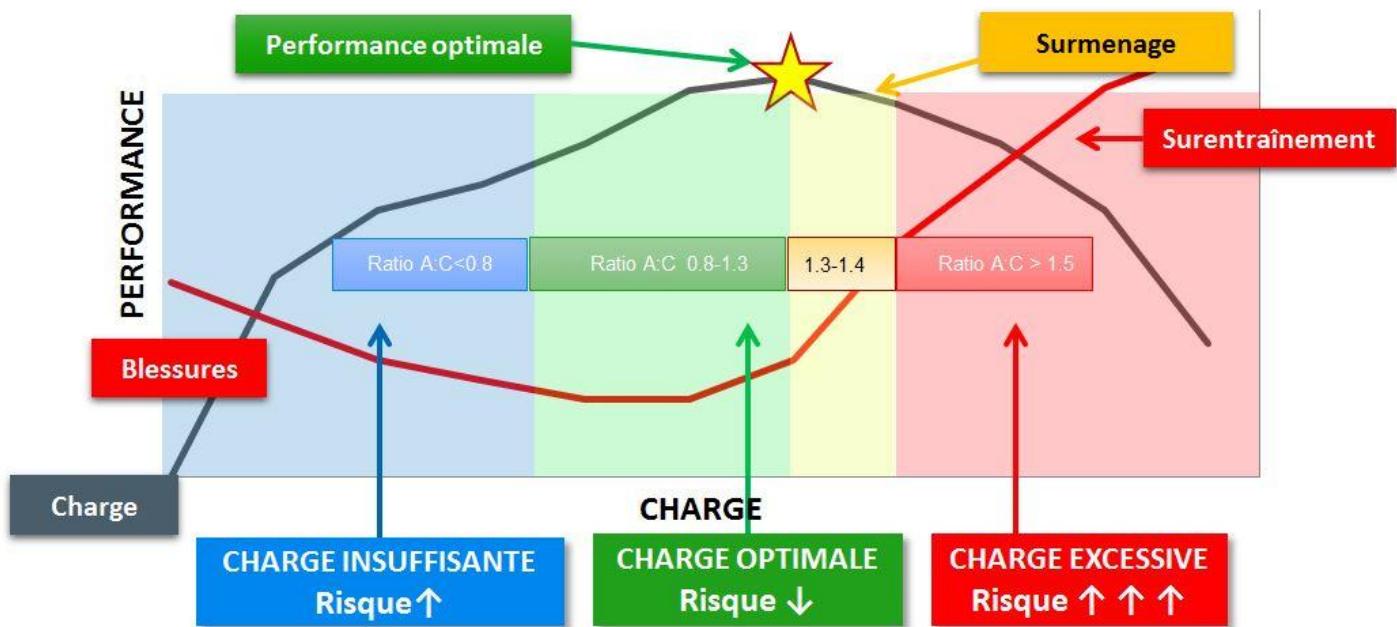
Un programme de gestion de la charge efficace permet de détecter la fatigue excessive, identifier ses causes et facilite l'adaptation individuelle de la charge d'entraînement et de compétition, des périodes de repos et de récupération, en fonction du niveau de fatigue (physique et psychologique), du niveau de forme et de l'état de santé de l'athlète¹³.

Identification de la charge de travail "optimale"

La charge "optimale" est une cible mouvante. Elle est différente pour chaque athlète et fluctue constamment en fonction de nombreux facteurs (période de la saison, niveau d'entraînement de condition physique et de fatigue, qualité du sommeil, stress non-sportif, etc.).

L'identification de la charge optimale et l'ajustement constant du programme d'entraînement, en fonction de la capacité continuellement changeante de chaque athlète, est à la fois un art et une science. C'est un processus continu qui nécessite : 1) le suivi individuel et quotidien de la charge interne; 2) la mesure d'au moins une mesure de charge externe (souvent la durée ou la distance); 3) l'analyse d'indicateurs clés, et; 4) l'utilisation de ces indicateurs pour ajuster le programme d'entraînement, de récupération et des périodes de repos.

LA RELATION CHARGE- PERFORMANCE- BLESSURES



Adapté de:

1. Foster C. *Physiological Perspectives in Speed Skating*, 1996

2. Gabbett TJ. Br J Sports Med 2016;0:1–9. doi:10.1136/bjsports-2015-095788

3. Rogalski B Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers., J Sci Med Sport, 16(6):499-503,2013

4. Thorpe et al.: The Tracking of Morning Fatigue Status Across In-Season Training Weeks in Elite Soccer Players, Int J Sports Physiol Perform, 2016

Figure 1. La relation Charge-Performance-Blessure

LES OUTILS FONDAMENTAUX

Un programme efficace de gestion de la charge de travail est relativement simple à mettre en place, mais son succès repose sur deux outils principaux :

1. **Une relation de confiance entre les athlètes, entraîneurs et personnel de soutien.** La mesure de la charge interne et l'évaluation de l'état de récupération nécessitent la collecte de données subjectives fournies par les athlètes. Ces données ne sont utiles que si elles ont été fournies de façon quotidienne et le plus honnêtement possible. Lorsque l'équipe d'entraîneurs et le personnel de soutien appuient ouvertement le projet de gestion de la charge auprès des athlètes, les chances de succès sont accrues²¹.
2. **Un logiciel performant et spécialisé dans la gestion de la charge de travail.** Pour maximiser la collaboration des athlètes et simplifier la collecte des données, le logiciel doit être capable de : 1) collecter rapidement les informations de qualité avec un minimum effort²¹; 2) calculer et analyser les indicateurs de l'état de forme, de charge interne et de charge externe validés; 3) faciliter la prise de décision des entraîneurs en simplifiant l'interprétation des données et l'analyse des résultats.

GPS et appareils high-tech – utiles mais pas indispensables

Aujourd’hui de nombreuses équipes utilisent des outils technologiques tels que GPS, tracking vidéo, etc.). Bien que très utiles pour mesurer la charge externe et le travail réalisé par les athlètes, ces outils ne mesurent pas la charge interne.

Une gestion efficace de la charge de travail repose sur le suivi d’indicateurs de la charge interne, sur l’analyse des ressentis individuels, sur la détection de la fatigue excessive et sur l’identification des facteurs de stress sportifs et extra sportifs.

Les outils technologiques n’étant pas conçus pour collecter et analyser ces informations, leur l’utilisation n’est pas indispensable lors de la mise en place un programme visant la prévention des blessures et l’optimisation de la performance.

LES INDICATEURS CLÉS

Malgré des décades de recherche scientifique et d’observations empiriques, il n’existe à l’heure actuelle aucun marqueur unique permettant de prédire l’apparition de blessures ou de surentraînement¹³.

C’est pourquoi une approche globale de la gestion de la charge de travail et de la récupération est actuellement préconisée par la communauté scientifique^{12, 13}. Cette approche repose sur la collecte et l’analyse d’une combinaison de mesures subjectives et objectives, et sur que le contrôle et l’optimisation quotidienne des indicateurs clés ci-dessous :

Charge chronique (CC)

La *Charge chronique* représente la charge hebdomadaire (Charge=durée x RPE) moyenne mobile des 4 dernières semaines. Habituellement, plus la charge chronique est élevée, plus l’athlète est en forme. Dans certains cas, la charge chronique peut aussi être calculée en utilisant une moyenne mobile avec pondération exponentielle, et pour des périodes supérieures à 4 semaines.

Charge aigüe (CA)

La *Charge aigüe* représente la charge cumulative de la semaine en cours. Habituellement, plus la charge aigüe est élevée (comparativement à la charge chronique), plus l’athlète est fatigué. Dans certains cas, la charge aigüe peut aussi être calculée sur des périodes plus courtes (ex: 3 jours).

Monotonie

L’indice de *Monotonie* proposé par le scientifique américain Dr Carl Foster³ mesure la fluctuation de la charge de travail quotidienne pendant la semaine. Une charge d’entraînement élevée combinée à un indice de monotonie supérieur à 2 est un facteur de risque important d’infection, et de problèmes de santé reliés au surentraînement³.

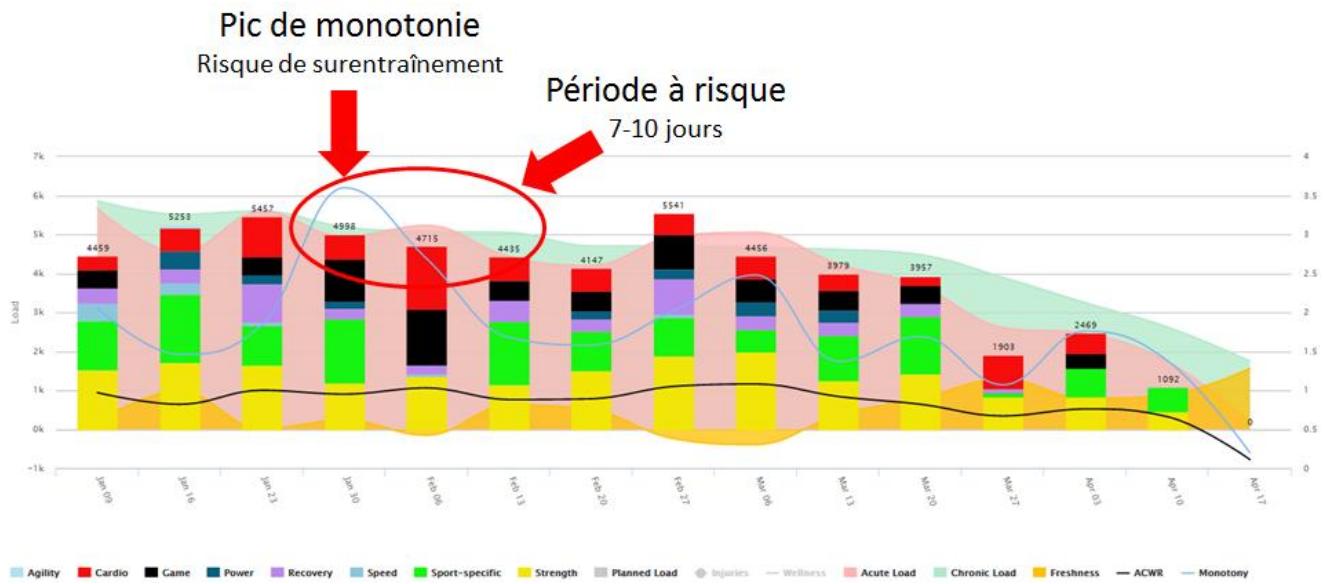


Figure 2. Un pic de monotonie augmente le risque d'infection pendant 7-10 jours

Contrainte

Dans ses travaux auprès de patineurs de vitesse olympiques, Carl Foster a démontré que 89 % des infections survenaient dans les 10 jours qui suivaient les pics de l'indice *contrainte*³. Ainsi, le suivi de l'indice *contrainte* peut s'avérer un outil précieux dans le contrôle de l'adaptation individuelle à la charge de travail et à la prévention des infections et problèmes de santé reliés au surentraînement³.

Ratio de Charge Aigüe:Chronique (RCAC)

Le *Ratio de Charge Aigüe:Chronique* (RCAC)^{4,9,18}, mesure la relation existant entre la charge aigüe (charge de la semaine en cours) et la charge chronique (charge moyenne des 4 dernières semaines). Le suivi du RCAC permet de conserver la charge de travail dans la zone 'charge élevée, faible risque' (0.8-1.3). Lorsque le ratio est trop bas (< 0.8) ou trop élevé (≥ 1.5), le risque de blessure augmente de façon importante et la charge doit être ajustée.

Indice de fraîcheur (IF)

Similaire au concept de *Training stress balance* (TSB) proposé par Andrew Coogan¹⁷, l'indice de Fraîcheur représente la différence entre les charges chronique et aigüe ($IF = CC - CA$) ou entre la 'forme' et la 'fatigue'. Un indice de Fraîcheur positif indique une période où la charge aigüe est inférieure à la charge chronique, et où une faible fatigue et un haut niveau de performance sont à prévoir.

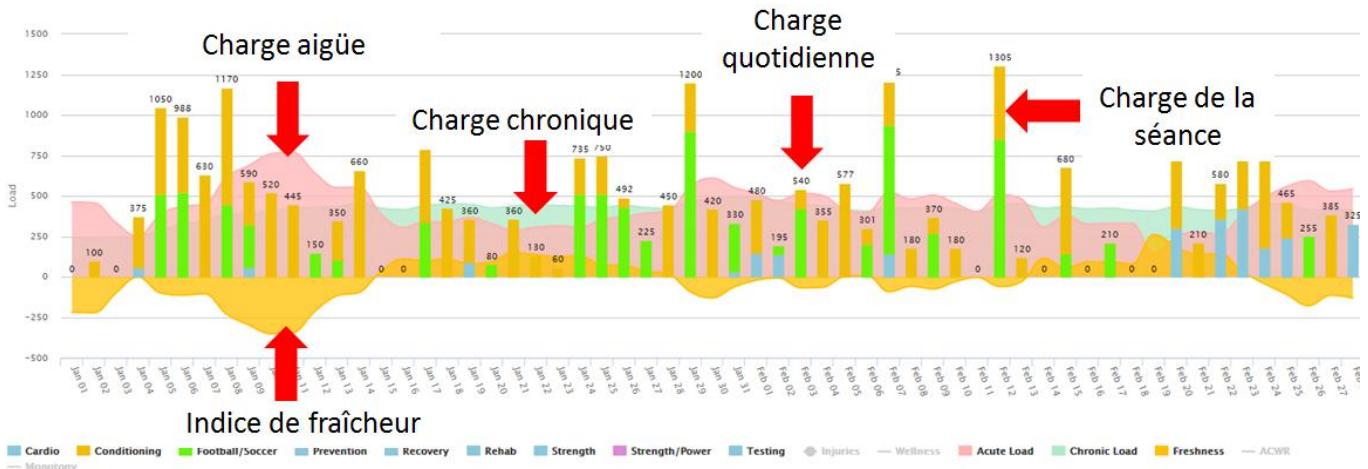


Figure 3. Visualisation de la charge aigüe, chronique, quotidienne et de l'indice de fraîcheur pendant une période de 3 mois

Augmentation hebdomadaire de la charge

Plusieurs études ont démontré qu'une grande proportion des blessures sportives surviennent après une augmentation rapide de la charge hebdomadaire^{9,4,3}, ce qui fait de cet indicateur un facteur de risque de blessure majeur. Lorsque la charge de travail augmente de $\geq 15\%$ d'une semaine à l'autre, le risque de blessure augmente jusqu'à 50 %⁴. Le contrôle régulier de l'augmentation hebdomadaire de la charge de travail individuelle facilite la détection de pics de charge et est un outil crucial dans la prévention des blessures et de la fatigue excessive.

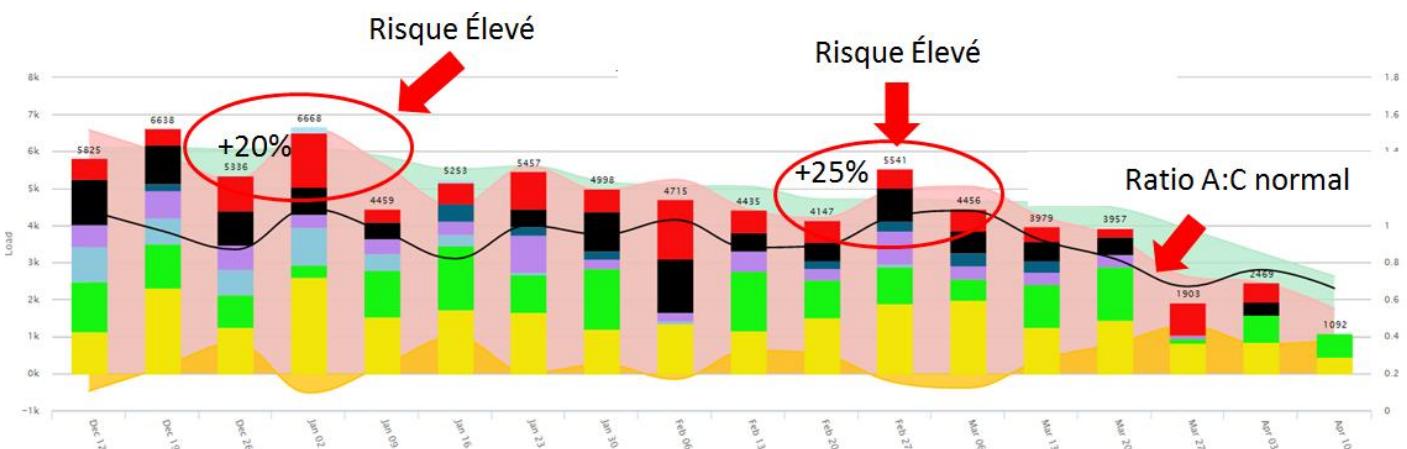


Figure 4. Augmentation du risque causé par l'augmentation hebdomadaire de la charge pendant une période de 4 mois. Dans cet exemple, la charge a été réduite après chaque pic de charge, permettant ainsi à l'athlète de récupérer et de réduire le risque.

Nombre d'heures d'entraînement

Les travaux récents²⁶ du chercheur américain Dr. Neeru Jayanthi ont permis de déterminer qu'un nombre excessif d'heures de pratique sportive (tous sports confondus) était un facteur de risque important dans l'apparition des blessures et, que lorsque les jeunes sportifs s'entraînent un nombre d'heures hebdomadaire supérieur à leur âge (ex: lorsqu'un jeune athlète de 12 ans s'entraîne plus de 12h/semaine), le risque de blessure peut bondir jusqu'à 70 %.

Utiliser l'âge des jeunes athlètes pour guider le volume de pratique maximal est un moyen simple d'optimiser la performance, de réduire le risque de blessure et d'assurer le développement optimal des jeunes athlètes.

Indice de l'état de forme

De nombreuses études^{5,7,11} ont démontré qu'un court questionnaire matinal demandant aux athlètes d'autoévaluer leur niveau de stress, fatigue, qualité du sommeil, etc. était une méthode fiable et précise d'identifier l'état de forme quotidien, et de mesurer l'impact du stress sportif et non-sportif sur le processus de récupération.

Un score médiocre au questionnaire indique généralement un problème de récupération psychologique ou physique, qui devrait résulter en un ajustement du programme d'entraînement et de compétition. Ce type de questionnaire est un outil clé de la lutte contre les blessures, et devrait être utilisé quotidiennement pour guider la prescription des charges d'entraînement et de compétition¹³.

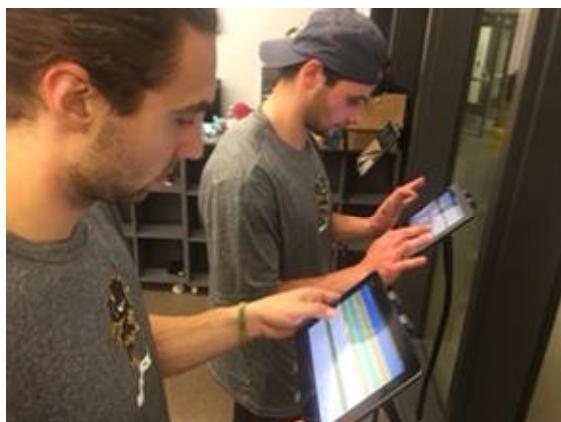


Figure 5. Joueurs de hockey remplissant leur questionnaire pré-entraînement sur les tablettes mises à leur disposition

Commentaires et ressentis personnels

Les commentaires oraux ou écrits rapportés par les athlètes peuvent aider à identifier les problèmes de motivation / stress / fatigue / entraînement. Cette information est souvent négligée par les entraîneurs pressés, mais lorsqu'un athlète rapporte des commentaires négatifs, ils doivent être pris au sérieux. Ils peuvent être les symptômes de problèmes de motivation ou de problèmes plus importants.

Plaisir

Le plaisir éprouvé lors des séances d'entraînement et/ou des compétitions doit être suivi avec attention, et maximisé pour deux raisons: 1) le plaisir est un déterminant majeur de la motivation intrinsèque, un prédicteur direct de l'effort et de la persistance¹⁸ et; 2) un manque de plaisir à l'entraînement est associé avec une augmentation de l'ennui et du risque de burnout¹.

Pour maximiser la motivation, l'engagement et la performance, les entraîneurs sont encouragés à créer des environnements d'entraînement où le facteur 'plaisir' est pris en compte, et où chaque athlète, peu importe son niveau et son âge, peut vivre une expérience sportive agréable.

Autres mesures utiles

Lorsque l'équipement adéquat est disponible, les tests quotidiens de récupération neuromusculaires tels que le Counter Movement Jump (CMJ) et autres tests musculosquelettiques, peuvent apporter d'utiles informations sur le niveau quotidien de récupération neuromusculaire et / ou du risque de blessure²⁰.

APPROCHE INTÉGRÉE DE LA GESTION DE LA CHARGE

Le diagramme ci-dessous illustre l'intégration des indicateurs clés dans le processus d'analyse de la charge et la prise de décision. Ce modèle général peut être utilisé pour simplifier la mise en place d'un programme de gestion de la charge simple et efficace, tout en reposant sur des bases scientifique.

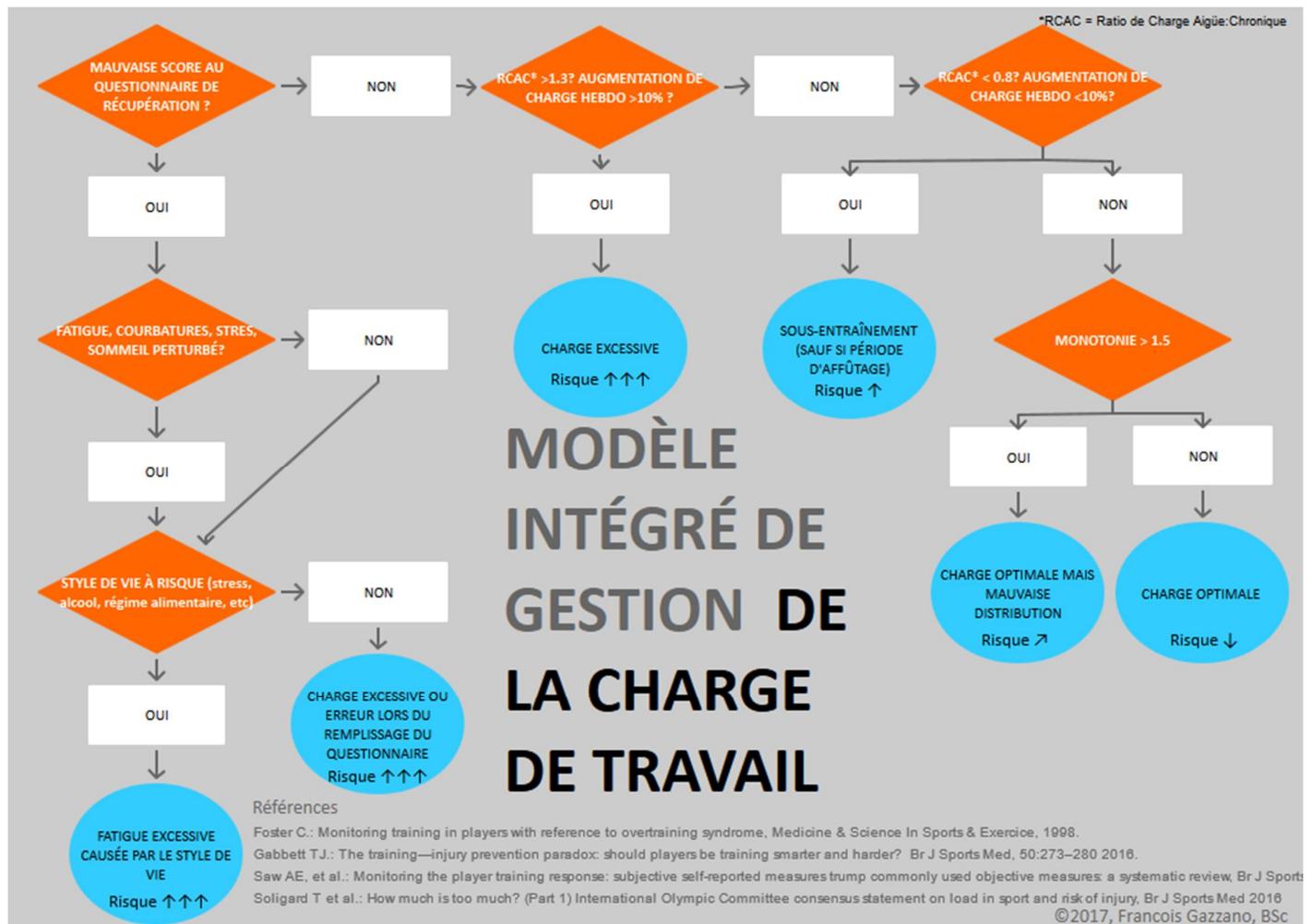


Figure 6. Modèle intégré de gestion de la charge de travail

Le tableau de bord ci-dessous présent l'intégration de différents indicateurs de charge interne, de l'état de forme, de des tests de récupération et de l'état de santé.

Niveau de risque

Name	Acute: Chronic WL Curr wk Next wk	W-to-W Load Inc. Curr wk Next wk	Monotony Curr wk Next wk	Enjoyment	Wellness	Resting Heart Rate	CMJ	Santé			
Alexander, Bernard	1.56	0.38	22.4%	-76.5%	1.64	0.62	4.4	59.03%	52 bpm ↓	25.2 cm ↓	Lumbago
Ashley, Arthur	1.37	0.3	-11.8%	-76.9%	1.69	0.62	7.5	67.13%	65 bpm	36.3 cm	Congestion
Brower, Phil	1.95	0.42	80.3%	-77.4%	1.72	0.62	8	97.22%	42 bpm	23.2 cm	
Cascojoe, Solly	1.85	0.44	63.3%	-75%	1.47	0.62	3	7.64%	56 bpm	46.2 cm	
César, Jules	1.87	0.43	66.7%	-75.5%	1.53	0.62	4	59.72%	56 bpm	35.2 cm	
Frank, Bernard	1.8	0.41	45.2%	-76%	1.59	0.62	5	65.28%	56 bpm	53.2 cm	
Garth, Frank	1.77	0.41	38.5%	-75.5%	1.53	0.62	4	54.17%	45 bpm	23.5 cm	
Jim, Marsh	1.87	0.43	66.7%	-75.5%	1.53	0.62	4	70.14%	65 bpm	23.5 cm	
Malatesta, Luigi	1.88	0.42	62.8%	-76.5%	1.64	0.62	6	84.03%	75 bpm	35.6 cm	
Mobile, Paul	1.91	0.43	73.5%	-76.5%	1.64	0.62	6	72.92%	75 bpm	35.5 cm	
Patel, Raj	1.91	0.43	73.5%	-76.5%	1.64	0.62	6	55.56%	45 bpm	38.5 cm	
Patton, James	1.79	0.43	50%	-74.5%	1.4	0.62	2	44.44%	56 bpm	39.5 cm	
Romain, Didier	1.86	0.39	49.8%	-78.2%	1.75	0.62	No data	72.22%	56 bpm	38.5 cm	

Indicateurs de Charge

État de forme

Santé

Figure 7. Tableau de bord facilitant l'interprétation individuelle des indicateurs de la charge, l'identification des problèmes et l'évaluation du risque.

CONCLUSION

Optimiser la performance des athlètes tout en réduisant le risque de blessure et de surentraînement est relativement simple. Voici comment y parvenir.

1. Établissez une relation de confiance avec athlètes en entraîneurs,
2. Utilisez un logiciel spécialisé performant,
3. Collectez et analysez les indicateurs clés,
4. Augmentez la charge hebdomadaire très progressivement,
4. Évitez les pics de charge,
5. Alternez les jours 'faciles', 'modérés' et 'difficiles',
6. Utilisez l'indice de l'état de forme pour guider les ajustements de la charge quotidienne,
7. Allégez de façon proactive les charges d'entraînement et de compétition lors des périodes de fort stress extra sportif,
8. Assurez-vous que vos athlètes vivent une expérience sportive plaisante et enrichissante.

REMERCIEMENTS

L'auteur désire remercier Stefani Webb, Dominique Richard et Didier Romain pour leurs commentaires constructifs, lesquels ont grandement contribués à améliorer la version finale de cet article.

À PROPOS DE L'AUTEUR

François Gazzano est un spécialiste de l'optimisation de la performance et la prévention des blessures sportives. Diplômé de l'Université de Montréal et titulaire d'un brevet d'état d'éducateur sportif, François a aidé pendant plus de 15 ans, des dizaines d'équipes et athlètes de tous sports, âges et tous niveaux à atteindre leurs objectifs sportifs les plus élevés.

François Gazzano est le président-fondateur de la société FITSTATS Technologies et le créateur de la plateforme AthleteMonitoring.com, un outil de gestion de l'entraînement et de la performance utilisé dans plus de 25 pays.

François peut être joint à l'adresse francois@athletemonitoring.com

Twitter [@gazzanofrancois](https://twitter.com/gazzanofrancois)

LinkedIn <https://ca.linkedin.com/in/francoisgazzano>

RÉFÉRENCES

1. Di Fiori et al.: Overuse Injuries and Burnout in Youth Sports: A Position Statement from the American Medical Society for Sports Medicine, Clin J Sport Med; 24:3-20, 2014.
2. Foster C et al.: Athletic performance in relation to training load, Wis Med J., 95(6):370-4, 1996
3. Foster C.: Monitoring training in players with reference to overtraining syndrome, Medicine & Science in Sports & Exercise, 1998.
4. Gabbett TJ.: The training—injury prevention paradox: should players be training smarter and harder?, Br J Sports Med, 50:273–280 2016.
5. Gallo et al.: Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players, J Sports Sci., 4:1-7, 2015.
6. Carl Baker: House of Commons Library Accident and Emergency statistics
[<http://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/SN06964/SN06964.pdf>], 2017
7. Mann B et al: Effect of Physical and Academic Stress on Illness and Injury in Division 1 College Football Players, J Strength Cond Res 30(1):20-5, 2016
8. Elfeki Mhiri, Jeunesse, Sports, et Vie Associative - Bulletin de statistiques et d'études : Les accidents liés à la pratique des activités physiques et sportives en 2010, Stat-info NO 12-05,
[<http://www.securiteconso.org/wp-content/uploads/2012/11/Stats-sports-2012.pdf>], 2012
9. Piggott B, Newton MJ, McGuigan MR. The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian Football League club, J Aust Strength Cond, 17:4-17, 2009.
10. Robson-Ansley, Michael Gleeson & Les Ansley: Fatigue management in the preparation of Olympic players, Journal of Sports Sciences, 27:13, 1409-1420, 2009.
11. Saw AE, et al.: Monitoring the player training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review, Br J Sports Med, 0:1-13, 2015.
12. Schwellnus M et al.: How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness, Br J Sports Med 2016
13. Soligard T et al.: How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury, Br J Sports Med 2016

14. Snyder AC et al.: A physiological/psychological indicator of over-reaching during intensive training, Int J Sports Med. 14(1):29-32, 1993
15. Weston, M et al.: The application of differential ratings of perceived exertion to Australian Football League matches, Journal of Science and Medicine in Sport, 18(0): 704–708, 2015
16. Coggan A: The Science of the Performance Manager <https://www.trainingpeaks.com/blog/the-science-of-the-performance-manager/> , 2008
17. Hulin B et al.: The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players, Br J Sports Med, 50:231–236 2016
18. Fraser-Thomas J. et al.: Examining Adolescent Sport Dropout and Prolonged Engagement from a Developmental Perspective, Journal of Applied Sport Psychology, 20: 3 18-333,2008
19. McLean D. et al: Neuromuscular, Endocrine, and Perceptual Fatigue Responses During Different Length Between-Match Microcycles in Professional Rugby League Players, International Journal of Sports Physiology and Performance, 5, 367-383, 2010.
20. Saw A et al.: Monitoring Athletes Through Self-Report: Factors Influencing Implementation, Journal of Sports Science & Medicine, 14(1):137-46, 2015
21. Mann J et al.: Effect of Physical and Academic Stress on Illness and Injury in Division 1 College Football Players, J Strength Cond Res, 30(1):20-5, 2016
22. Stevens ST. et al: In-game fatigue influences concussions in national hockey league players, Res Sports Med. 16(1):68-74, 2008
23. McLean SG, Samorezov JE: Fatigue-induced ACL injury risk stems from a degradation in central control. Med Sci Sports Exerc, 41(8):1661-72, 2009

24. Impellizzeri FM et al.: Use of RPE-based training load in soccer, *Med Sci Sports Exerc.* 36(6):1042–1047, 2004
25. Foster C et al. A new approach to monitoring exercise training, *J Strength Cond Res.* 15(1):109–115, 2001
26. Neeru Jayanthi : Sports specialized risks for reinjury in young athletes: a 2+ year clinical prospective evaluation <http://bjsm.bmjjournals.org/content/51/4/334>. 2, 2017
27. <http://childinjuryprevention.ca>
28. Little T, Williams AG: Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *J Strength Cond Res.*, 21(2), 2007
29. Bosquet L et al.: Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. *Br J Sports Med.* 42(9), 2008
30. Halson S.: Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes, *Sports Med.* 44 (Suppl 2), 2014