

Réflexion Sport

Scientifique & technique

EXTRAIT

Optimisation
de la performance
et **prévention**
des blessures
en canoë-kayak



Optimisation de la performance et prévention des blessures en canoë-kayak



Par Frédéric Juillaguet

Formateur, kinésithérapeute du sport,
éducateur sportif canoë-kayak, MSc, MEd,
Pyrénées-Atlantiques, France





Discipline singulière par sa position assise et ses contraintes spécifiques, le canoë-kayak présente un risque important de pathologies lombaires. Dans ces conditions, comment combiner optimisation de la performance et prévention des blessures ? Des allers-retours entre terrain et recherche ont abouti à un dispositif innovant instable centré sur les adaptations des athlètes. Une réalisation inspirante qui pourrait enrichir l'approche d'autres disciplines.

« La rareté du fait donne du prix à la chose » (La Fontaine). Dans une carrière de haut niveau, il est rare d'être couronné champion ou championne olympique, et encore plus rare lors de trois éditions différentes. En canoë-kayak, Tony Estanguet a réalisé un triplé inédit à Sydney (2000), Athènes (2004) et Londres (2012). Si beaucoup se souviennent de son cuisant échec à Pékin en 2008, peu connaissent les douleurs lombaires récurrentes qui ont émaillé sa carrière en canoë slalom (Dupré, 2012). Par-delà les performances, comment peut-on agir sur la survenue des pathologies du rachis lombaire rencontrées par les kayakistes et céistes ? Nous avons cherché à appréhender certaines spécificités de cette discipline sportive singulière. Enquête nationale sur les blessures, dispositif innovant de reprogrammation motrice, travaux de recherche d'optimisation gestuelle, tests sur plateforme stabilométrique, nous vous présentons ici l'essentiel de nos découvertes.

Notre propos promeut aussi ici une expertise croisée, pouvant permettre aux athlètes de potentialiser des synergies entre les compétences des managers sportifs et les savoirs du staff paramédical. D'autre part, cette approche multiple et ouverte pourrait inspirer les pratiques d'autres sports « assis » (équitation, aviron, handisport), et même rayonner en direction des autres disciplines sportives, ou encore encourager les athlètes à tirer un bénéfice des difficultés rencontrées, autrement dit à mettre en pratique l'antifragilité (Taleb, 2013).

En 2012, une enquête (Fig. 1) menée auprès de la FFCK (Juillaguet, 2015) confirme que certaines blessures affectent notamment le dos dans 18 % des cas. Autant pour prévenir ces blessures que pour se protéger d'une ancienne blessure, les kayakistes estiment que des exercices spécifiques seraient utiles ou nécessaires pour 95 % des cas. Pour la mise en œuvre des exercices, 31 % affirment qu'ils ne savent pas les réaliser correctement. Pour apprendre à réaliser ces exercices correctement, 79 % affirment qu'ils ont besoin d'aide. Tandis que pour réaliser ces exercices correctement, 43 % pensent qu'ils ont besoin d'aide. Est-il possible de mieux protéger le dos, voire de prévenir ces blessures ? Nous avons publié une étude qui apporte des éléments d'amélioration quantitative et qualitative, dans une optique de prévention de la lombalgie commune, pouvant aussi conduire à une optimisation de la performance (Juillaguet, 2017).

“... les kayakistes estiment que des exercices spécifiques seraient utiles ou nécessaires pour 95 % des cas.”



Figure 1 – Éléments d'enquête nationale.

La pratique du kayak : une motricité perturbée et singulière

La pratique du kayak sollicite le rachis selon tous les axes, pour des amplitudes extrêmes, et selon des forces générées

par le bras de levier (pagaie) pour créer ou entretenir de la vitesse (FFCK, 2002). L'équipement, la position contrainte permanente (assis, membres inférieurs allongés semi-fléchis), les incertitudes de navigation, les sollicitations multiples, fréquentes et rapides lors des différentes ►

manœuvres conduisent à une situation de surmenage musculaire (psoas, adducteurs, quadriceps, ischio-jambiers), rachidien (charnière cervicale et lombaire) et pelvien (sacro-iliaque et coxo-fémorale).

Ces sollicitations peuvent produire une sensation de « lourdeur » lombaire et des raideurs associées (Esnault et Viel, 2002). La rétroversion de bassin avec cyphose dorsale et lombaire est couramment observée. Cette attitude nocive si souvent adoptée permet une économie musculaire dans un premier temps grâce à la diminution de pression discale associée (Fig. 2). Mais ensuite, au fil des années de pratique, cette dernière constitue un

facteur de protrusion discale (Keegan, 1953), potentiellement pathogène. Pour prévenir ce risque, il est nécessaire de favoriser le mouvement (« pumping ») qui permet au disque intervertébral, par alternance d'éloignement et de resserrement des plateaux vertébraux, de puiser la substance nutritive liquidienne dans le milieu ambiant (Wilke *et al.*, 1999). En fait, lorsqu'il y a déplacement du centre de gravité vers l'avant (antéversion de bassin), de puissantes contractions postérieures (spinales) s'avèrent nécessaires. Comme les muscles spinaux ont des bras de levier courts, une force musculaire importante est requise pour rattraper le déséquilibre, et une force augmentée des muscles du ►

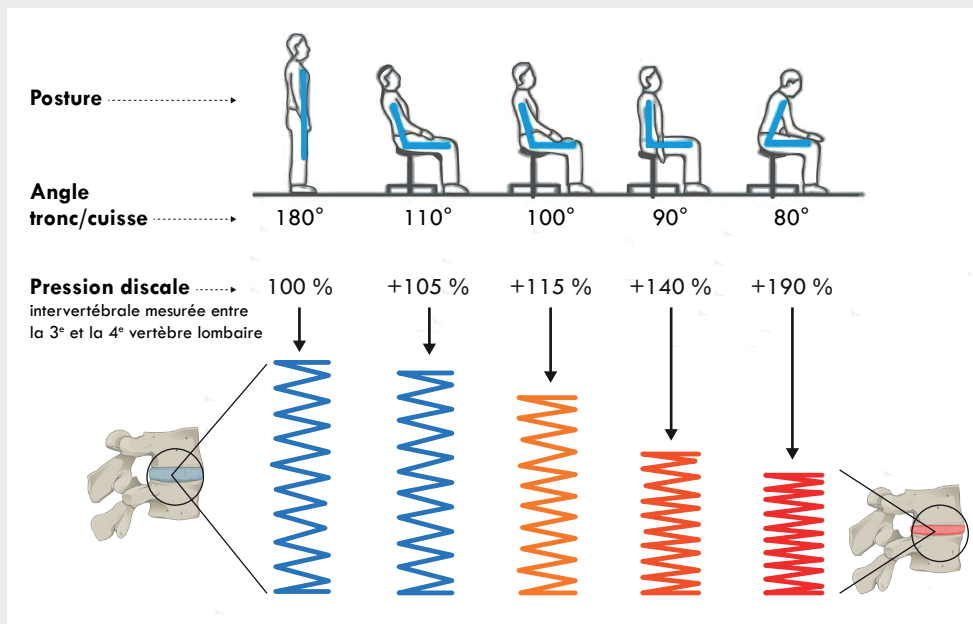


Figure 2 – Posture et pression discale. D'après Nachemson et Elfstrom, 1970.

tronc entraîne un déséquilibre postural. Lorsque le sujet est lombalgique, le temps pour retrouver la stabilité posturale après un mouvement volontaire des bras est augmenté (Vaillant et Vuillerme, 2011). Le kayakiste utilise alors moins fréquemment la mobilité lombaire pour répondre aux situations de déséquilibre, et une dégénérescence des masses musculaires spinales se met en place. Les muscles profonds de la posture tels les multifides notamment, constitués de fibres essentiellement de type I, lentes, sont peu volontaires, peu fatigables et s'atrophient en premier. En regard des contraintes pelviennes et rachidiennes liées à la pratique du kayak, il nous apparaît particulièrement pertinent de favoriser la mobilité du bassin et de stimuler la musculature profonde de cette région lombaire. Cet apprentissage cognitivo-comportemental permet d'agir sur la kinésiophobie associée très souvent à la lombalgie et désormais bien étayée par différentes études (Dupeyron *et al.*, 2017).

“... une force
augmentée des muscles
du tronc entraîne un
déséquilibre postural.”

Une approche de rééducation basée sur les stratégies d'adaptation

Nous avons vu que la motricité du kayakiste est fréquemment perturbée. Le retour à une position de référence se réalise grâce à des actions de correction (soutien et stabilisation notamment). Les réactions d'adaptation tonique des muscles permettent la stabilité posturale, sous le contrôle (Fig. 3) d'afférences sensorielles venues des récepteurs proprioceptifs, labyrinthiques et visuels (Dupui et Montoya, 2003). Nous possédons ainsi dans les muscles des capteurs de longueur et de force, dans les articulations des capteurs de rotation, dans la peau des capteurs de pression et de frottement, et dans chaque oreille interne cinq capteurs (l'utricule, le saccule, les trois canaux semi-circulaires) qui mesurent spécialement les mouvements de la tête. Les oscillations autour de la position d'équilibre sont accentuées par la réduction de la surface de sustentation, la fermeture des yeux, l'augmentation du tonus de base (réactions émotionnelles par exemple). De multiples boucles de régulation permettent alors le contrôle central du tonus. Pour les récepteurs labyrinthiques, l'appareil vestibulaire assure la stabilisation du regard en dépit de légères perturbations, grâce au réflexe vestibulo-oculaire (équilibre statique, équilibre dynamique). Les signaux vestibulaires sont à l'origine de réactions rapides aux accélérations, linéaires ▶

“ La fatigue des muscles lombaires entraîne un déficit de stabilité posturale. ”

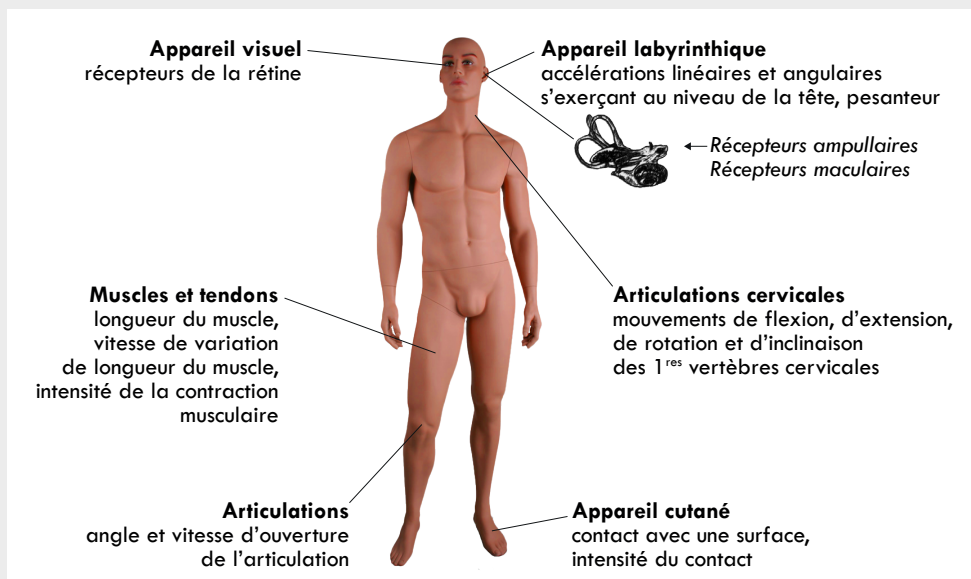


Figure 3 – Régulation des activités posturo-cinétiques.
D'après Dupui et Montoya, 2003.

et circulaires. Quant au système somesthésique (proprioception, intéroception, extéroception), il est particulièrement lié à la construction du schéma corporel (position des segments entre eux, couples de force exercés au niveau articulaire).

Nous savons que le potentiel maximal du rachis lombaire (ou potentiel maximal physiologique de fonction et d'adaptation) est fortement corrélé à la mobilité articulaire, à l'élasticité des tissus, au

tonus myo-fascial, à la qualité du réseau vasculaire et à la résistance des disques intervertébraux (Scotte, 2015). Comme ce potentiel est susceptible de vieillissement prématuré (position assise prolongée en kayak), il est important de stimuler le mouvement par le système nerveux central (reprogrammation sensori-motrice). La rééducation dite « proprioceptive » permet de jouer sur la plasticité moto-neuronale et du complexe ►

muscle-tendon (Viel et Chanussot, 2008). Pour finaliser une réaction d'équilibration, il existe deux types d'ajustements posturaux : anticipés ou réactionnels (Mesure et Lamendin, 2001). Le mécanisme d'anticipation correspond à la modulation des propriétés dynamiques des fuseaux neuromusculaires en fonction de la tâche et du contexte (Berthoz, 1997). La gestion de situations complexes (prise de décision, exécution) implique que les étapes d'équilibration de la posture deviennent dépendantes des ressources attentionnelles (Paillard, 2016) du sujet (cf. équilibre précaire pour notre kayakiste). Au sens large, une synergie musculaire, c'est-à-dire l'activité coordonnée de tous les muscles mis en jeu dans une tâche motrice donnée, s'obtient par conjonction de trois types de phénomènes posturaux (Mesure, 2010) : préparation posturale (avant le mouvement), réaction posturale (de nature réflexe, environ 100 msec, différente de l'action motrice volontaire) et accompagnement postural (régulation en feedback et feedforward).

La reprogrammation neuromusculaire propose d'induire un déséquilibre, obligeant le patient à retrouver sa capacité pour rétablir l'équilibre, la stabilité étant définie comme la propriété d'un système dynamique pour revenir à son régime établi à la suite d'une perturbation. Les exercices effectués sur support instable (swiss-ball) permettent un gain moyen de 20 % supérieur par rapport au support stable (Duncan, 2009 ; Escamilla *et al.*, 2010). Lors de la réalisation d'exercices posturaux

(sujets lombalgiques vs témoins), il y a une perturbation du centre des pressions, accompagnée d'une désadaptation de l'activité musculaire paravertébrale induite par la douleur pour les lombalgiques (Berthoz, 1997), avec un seuil plus élevé de perception du mouvement. La fatigue des muscles lombaires entraîne un déficit de stabilité posturale (Johanson *et al.*, 2011), et plus généralement une dégradation de la fonction d'équilibration, par altération de la force et de la puissance musculaires. Lorsqu'un sujet subit une fatigue lombaire importante, une dégradation de la stratégie de contrôle postural se produit. En cas de fatigue des muscles lombaires, le sujet subit une perte de force maximale volontaire. Et les modifications des afférences lombaires, par fatigue ou par douleur, portent atteinte aux capacités d'adaptation des stratégies de contrôle postural. Mok *et al.* (2011) soulignent que le sujet lombalgique utilise moins fréquemment sa mobilité lombo-pelvienne pour répondre aux situations de déséquilibre que le sujet sain, ce qui accroît la raideur des muscles spinaux. Il est donc particulièrement opportun pour le staff de mettre en place l'apprentissage et l'appropriation de nouvelles routines destinées à se prémunir des effets délétères de la fatigabilité musculaire, notamment du bassin, pouvant conduire à une diminution des performances sensori-motrices de l'athlète. Or le bassin (avec la tête) constitue l'une des deux entités anatomiques privilégiées pour assurer un équilibre optimal. La mobilité lombo-pelvienne semble garante d'un contrôle postural optimal. Par ailleurs, le ►

contrôle postural du sujet lombalgique est davantage compromis, avec un temps de retour à l'équilibre initial plus long que le sujet sain. Il existe un lien entre déficit postural et déficit proprioceptif/intéroceptif, avec une modification de la sensibilité lombaire des fuseaux neuromusculaires impliqués dans la perturbation du sens de repositionnement (erreurs de repositionnement plus importantes chez les sujets ayant une instabilité avérée).

Certaines études montrent que les adaptations motrices (par altération du mouvement) induites à l'effort perdurent parfois au-delà de l'épisode douloureux ou de fatigue (Hug, 2015). Chaque blessure doit donc être traitée deux fois. Une fois au plan tissulaire pour cicatriser. La deuxième fois, au plan cérébral pour cesser d'« engrammer » le geste. Ainsi les patients ayant des épisodes répétés de douleurs présentent un contrôle des muscles du rachis bien différent de celui de sujets « sains ». Certains concluent que la persistance des adaptations motrices au-delà de l'épisode douloureux pourrait être une des causes de la répétition des symptômes. Ainsi, ils soulignent l'importance de rétablir un contrôle du mouvement « normal » à l'issue de l'épisode douloureux (Mac Donald *et al.*, 2009).

Pour notre recherche, les différentes situations motrices proposées visent à améliorer les synergies musculaires et la mobilité lombo-pelvienne. Pour réduire l'incertitude événementielle, spatiale ou temporelle, nous cherchons à favoriser la coordination multi-segmentaire,

notamment pelvi-rachidienne. Les indicateurs prélevés sur la plateforme stabilométrique (surface et vitesse moyenne) quantifient les modifications des paramètres d'équilibration, et indirectement les modifications de coordination. Le sujet est encouragé à « anticiper » les déficits posturaux, par renforcement et/ou suppléance. La variété des typologies réactionnelles (visuelle vs proprioceptive, selon les réseaux neuronaux impliqués) induit en corollaire une variété des stratégies adaptatives (cognitives vs sensori-motrices), incluant des différences de contrôle postural. Notre intervention vise à proposer les conditions d'ouverture optimales entre les différents sens associés aux stratégies adaptatives (concept de processus vicariant). La vicariance fonctionnelle permet ainsi de comprendre l'utilisation de plusieurs phénomènes posturaux pour parvenir à un même but, la fonction d'équilibration de notre kayakiste ici (Berthoz, 2013). ►



© Icon Sport - Nicolas Gestin (slalom) lors de la coupe du Monde 2021.

Mieux comprendre

■ Vicariance

Stratégie cérébrale permettant une adaptabilité aux situations, par substitution d'un fonctionnement par un autre, d'une fonction par une autre, d'un processus par un autre, de compétences par d'autres, d'une situation par une autre, d'un point de vue par un autre (Berthoz, 2013). Exemples: vicariance fonctionnelle, vicariance perceptive, vicariance motrice, vicariance sensorielle.

■ Engrammer

Phénomène qui explique la persistance des adaptations motrices au-delà d'un épisode de fatigue ou de douleur (blessure, pathologie), en empêchant l'activation complète des muscles. Par exemple, le contrôle neuro-musculaire de sujets lombalgiques à l'effort est affecté et amoindri par rapport à celui de sujets sains dans les mêmes conditions: le cerveau « tire le frein à main » (Hug, 2015).

■ Plateforme de stabilométrie

Outil qui permet d'évaluer cliniquement la régulation de l'activité tonique posturale, en fournissant des informations fondamentales sur la stabilité par des mesures d'oscillations posturales invisibles au simple regard. Au cours de l'analyse, la plateforme relève la position du centre de pression de l'athlète. Chacune des positions est matérialisée par un point sur un repère orthonormé dont le centre représente le barycentre du polygone de sustentation.

“... les patients ayant des épisodes répétés de douleurs présentent un contrôle des muscles du rachis bien différent de celui de sujets « sains ».”



Photo 1 – Atelier de reprogrammation neuro-motrice : Pau Canoë Kayak Club Universitaire.
© F. Juillaguet.



Photo 2 – Apprentissage collectif en double instabilité : pôle espoir slalom Nouvelle-Aquitaine.
© F. Juillaguet.

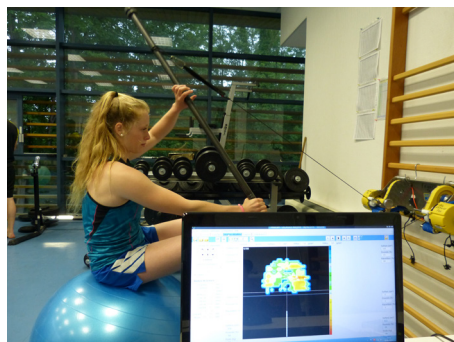


Photo 3 – Test stabilométrique en propulsion avant : Marjorie Delassus.
© F. Juillaguet.

À propos des expérimentations avec les kayakistes de haut niveau

Notre protocole expérimental a été mis en œuvre (de 2012 à 2019) par l'entremise de Jean-Christophe Gonneaud (équipe de France de kayak-polo), Marianne Agulhon (pôle espoir slalom canoë-kayak de Nouvelle-Aquitaine) et Patrice Estanguet (Pau Canoë Kayak Club Universitaire). Il utilise une plateforme de stabilométrie quantifiant les modifications des paramètres d'équilibration, rapportant aussi des informations indirectes sur les coordinations de tronc et de bassin. Un dispositif simple (résistances élastiques, pagaie, espalier, ballons, stabilisateurs) est développé et dirigé en mode statique ou en mode dynamique. La capacité à réaliser des mouvements fonctionnels (sans y prêter attention) sur un dispositif instable, et à provoquer différents phénomènes posturaux (sans y réfléchir) est ainsi stimulée. Chaque séance comprend un échauffement utilisant le dispositif en propulsion avant, et un atelier postural sur ballon comprenant l'apprentissage de la cinétique pelvienne (antéro-postérieure et médio-latérale) avec feedback et feedforward manuels sous les ischions et de la double instabilité en mode statique. Le protocole sur deux ballons, avec appuis sur ischions et talons, se rapproche le plus fonctionnellement possible de la position en bateau sur l'eau. Un test initial et un test final sont enregistrés sur plateforme de force, avec une assise fixe (chaise) ou mobile (ballon), et un enregistrement des données ►

stabilométriques, soit les yeux ouverts, soit les yeux fermés. Chaque test est conçu pour sa spécificité avec l'activité (équilibre assis instable, membres inférieurs à l'horizontale). L'étude statique entre le groupe kayakistes et le groupe témoin révèle que les kayakistes réussissent à 100 % le test avec les yeux fermés, contre 55 % pour le groupe témoin, ainsi qu'une différence significative en faveur des kayakistes pour les variables surface et vitesse moyenne. L'étude statique pour le groupe kayakistes (entre le test initial et le test final) atteste une différence significative pour les trois

configurations les plus difficiles, pour ces mêmes variables. Enfin, l'étude dynamique pour le groupe kayakistes entre test initial et test final nous apprend que la surface et la vitesse moyenne se sont améliorées, respectivement de 29 % et 20 % en moyenne, avec une différence significative (Fig. 4). Un meilleur équilibre (antéro-postérieur et médio-latéral) et une meilleure vitesse moyenne sont constatés, avec en corollaire un gain de mobilité pelvi-rachidienne et d'extensibilité des muscles profonds, permettant une prévention accrue des blessures dorso-lombaires. D'autres ►

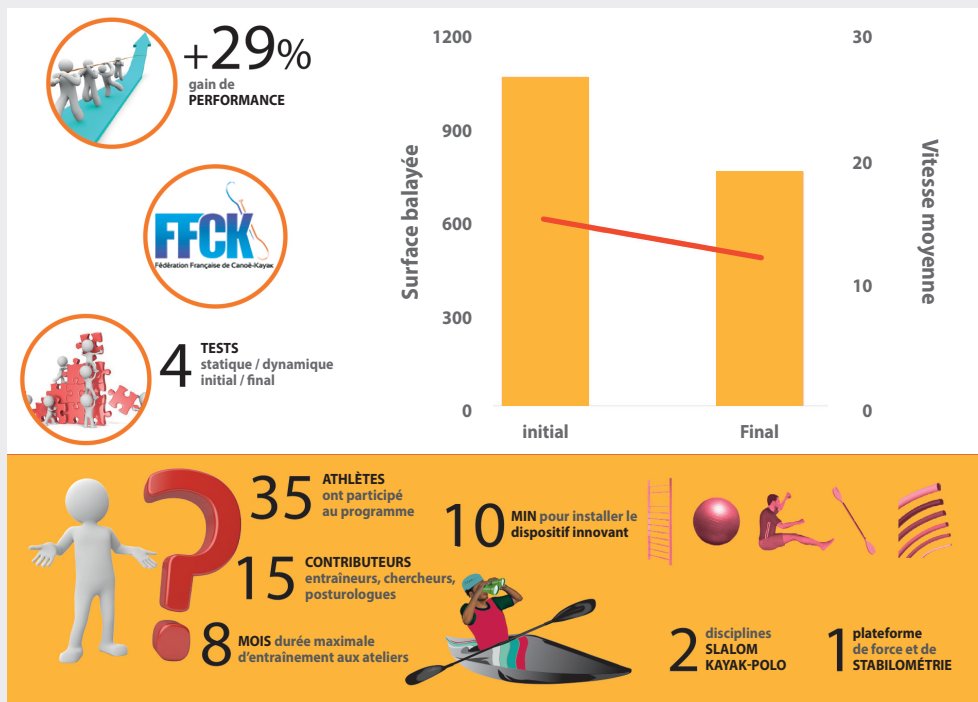


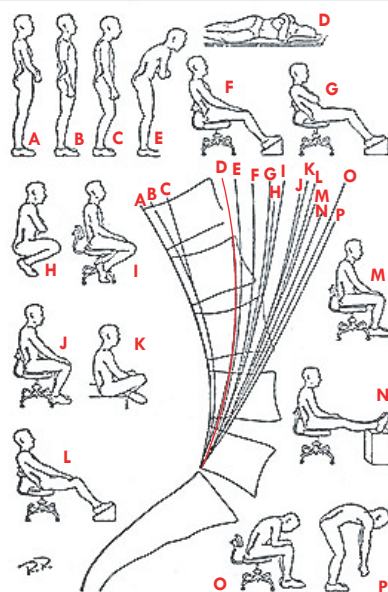
Figure 4 – Statistiques et résultats de recherche.

prolongements permettent de maximiser les adaptations en modifiant différents paramètres : régulation de l'instabilité des ballons, typologie des manœuvres, modulation de la résistance de l'exerciceur, cadencage de la vitesse d'exécution, suppression des stabilisateurs. Cette approche interactive et ludique semble augurer une meilleure prévention de la lombalgie, voire une possibilité supplémentaire pour l'optimisation gestuelle. Le caractère innovant du dispositif tient au fait d'associer différentes instabilités multidimensionnelles (ischiatiques, podales) avec une plateforme de stabilométrie pour quantifier la performance. Cela permet de proposer des axes d'amélioration individuels, en vue d'enrichir la palette d'entraînement quotidienne, d'éveiller la curiosité intellectuelle des athlètes pour faire perdurer leur motivation, et *in fine* d'induire une approche complémentaire et intégrative de toutes les compétences du staff.

“... des axes
d'amélioration individuels,
en vue d'enrichir la
palette d'entraînement
quotidienne...”

Et en pratique...

La pratique régulière du canoë-kayak atteste la récurrence des douleurs dorso-lombaires (lombalgie commune), notamment par protrusion discale – bombement de la surface du disque intervertébral, pouvant provoquer une hernie discale (Fig. 5). Ces douleurs sont dues ►



- A** Position debout, lordose physiologique : pas de protrusion
- N** Attitude en kayak : protrusion possible
- P** Flexion du tronc importante : protrusion favorisée

Figure 5 – Protrusion discale et position du sujet. D'après Keegan, 1953.

aux facteurs technopathiques et biomécaniques. Les premiers sont spécifiques à l'activité et caractérisés notamment par la position contrainte, avec calages de bassin, genoux et pieds, et les seconds par des sollicitations gestuelles variées, rapides et fréquentes en rotation, inclinaison, flexion et extension de tronc. En effet, la ceinture scapulaire et les bras

transmettent l'énergie de propulsion et impulsent la direction de la trajectoire. Tandis que la ceinture pelvienne retransmet ces forces propulsives grâce aux calages des jambes, d'où surmenage de la charnière lombo-sacrée, avec tendance importante de la rétroversion de bassin, compression des disques intervertébraux et déficit des muscles spinaux. ►

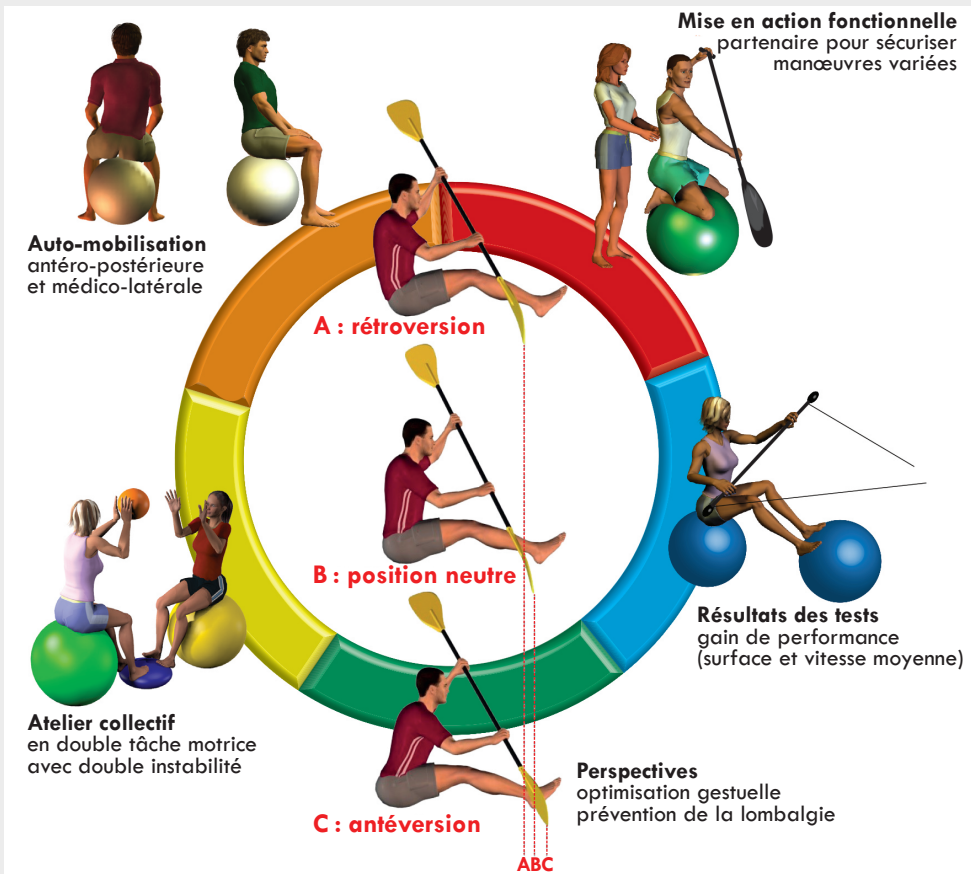


Figure 6 – Intérêts de l'instabilité sur fitball.

En kayak, le bassin se retrouve par conséquent au croisement des forces exercées entre le tronc et la pagaie d'une part, et les membres inférieurs et les calages d'autre part. Considérant donc la spécificité et le rôle charnière du bassin dans la gestuelle et la performance en kayak, il convient d'apporter une attention particulière à son intégrité. Afin de préserver, protéger, prévenir un dysfonctionnement, voire d'améliorer, perfectionner, optimiser cette mobilité du bassin. Quelques situations simples, ludiques et interactives de reprogrammation motrice et de contrôle postural (Juillaguet, 2018) permettent une sollicitation ciblée et une amélioration qualitative de la mobilité du bassin (Fig. 6). Nous tenons à préciser que la dynamique respiratoire, très importante, notamment par des mouvements non générateurs de pression (technique « hypopressive »), a été volontairement occultée lors des ateliers, dans un but d'appropriation cognitivo-motrice de ces apprentissages.

- Le travail de la mobilité antéro-postérieure (antéversion/rétroversion) s'accomplit d'abord en position assise sur une chaise, paumes sous les fesses. Il s'agit de ressentir le roulement des ischions dans la main, indicateurs du mouvement antérieur ou postérieur du bassin. Attention de veiller à l'immobilité des épaules, pour éliminer les gestes parasites. Ensuite, introduire les mêmes consignes, en position assise sur fitball.

- Le travail de la mobilité médio-latérale par bascule d'un hémibassin, une main se retrouve écrasée, pendant que l'autre main ne subit plus de pression. Le tronc reste axé, les épaules sont immobiles. L'exercice est réalisé d'abord assis sur support fixe (chaise), puis sur fitball.
- L'atelier collectif à plusieurs kayakistes permet d'introduire une composante ludique, tout en réalisant une double tâche avec passes au ballon. Chaque kayakiste dispose ses pieds sur le même support mobile (bosu ou fitball), et chaque kayakiste est assis(e) sur un ►



Photo 4 – Équipe de France de kayak-polo : mobilité du bassin en antéversion.

© F. Juillaguet.

fitball muni d'un cadre stabilisateur au sol (à enlever selon la progression au fil des séances).

- La reprogrammation motrice en position fonctionnelle comme sur l'eau, soit avec deux fitballs en kayak, soit avec un seul fitball en canoë, pratiquée en binôme pour l'aide à l'équilibre, est pertinente pour intégrer les ajustements posturaux de bassin notamment.
- Le dispositif innovant utilisé reconstitue la position fonctionnelle spécifique en kayak en combinant la position assise sous un fitball muni d'un stabilisateur au sol et les pieds posés sur un autre fitball. La pagaie est reliée à un espalier par une

résistance élastique (force variable). Il s'agit de reproduire les différentes manœuvres (propulsion avant, arrière, écart, appel, etc.), en gardant un bassin souple et réactif (mobilité de bassin antéro-postérieure et médio-latérale). ►

“... préserver,
protéger, prévenir un
dysfonctionnement
du bassin.”



Photo 5 – Exemple de contraintes biomécaniques en kayak-polo.
© Maurice Delalande.

“ ... poursuivre,
amplifier et démultiplier
ce programme lors de
sessions de sensibilisation,
de perfectionnement et
de formation. ”

Où les expertises croisées favorisent l'antifragilité

L'apprentissage de ces routines de reprogrammation motrice, de manière individuelle et collective, avec l'apport du dispositif espalier/pagaie/fitball/résistance élastique permet la diminution des oscillations parasites du bassin, la dissociation des ceintures scapulaire et pelvienne, une meilleure gestion de l'équilibration en mouvement, une optimisation gestuelle de la performance et une prévention des blessures du rachis dorso-lombaire.

Par ailleurs, nous avons choisi de favoriser chez les kayakistes la capacité à réaliser des mouvements fonctionnels (sans y prêter attention) sur un dispositif instable et innovant, et à provoquer différents phénomènes posturaux (sans y réfléchir). Et pour mieux cibler les objectifs, nous avons

privilegié la présentation des ateliers et situations sous forme ludique, afin de capter l'attention, puis de l'enrichir avec les initiatives possibles de chaque athlète. Ces recherches nous font entrevoir une amélioration globale : la connaissance et le savoir-faire sont potentialisés au moyen de l'attention multipliée par du temps (Aberkane, 2016). Dit autrement, les ressources attentionnelles sont générées et renouvelées tout en augmentant la durée d'apprentissage : un exemple d'intervention personnalisée, préventive et participative (Vaillant, 2018).

Pour la démarche de reprogrammation motrice et de contrôle postural que nous développons, le mécanisme d'appropriation et d'assimilation des apprentissages est corroboré par les quatre piliers de l'apprentissage : attention, engagement actif, retour d'information, consolidation (Dehaene, 2012). L'étape suivante consiste à poursuivre, amplifier et démultiplier ce programme lors de sessions de sensibilisation, de perfectionnement et de formation.

Cette recherche appliquée, conçue avec un dispositif innovant simple, transposable aisément en structure encadrée, ouvre des perspectives intéressantes. En effet, la finalité de cette démarche consiste à intégrer une approche interactive de l'athlète, tout en proposant un programme adapté à une pratique spécifique. Il nous semble également essentiel d'inclure en phase d'entraînement un objectif de prévention dès le début de carrière, ainsi qu'un accompagnement à ►

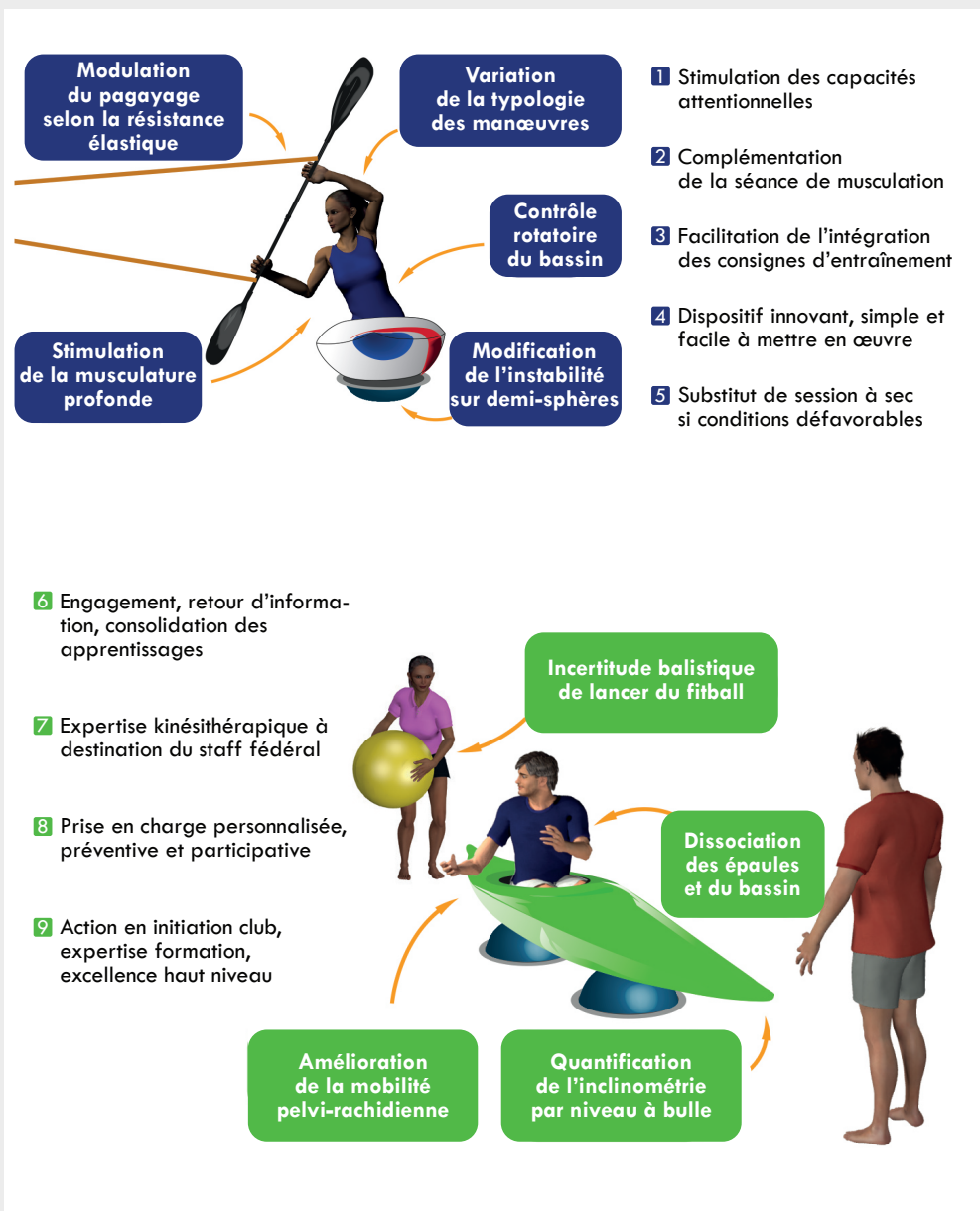


Figure 7 – Instabilité en kayak sur demi-sphères.

l'optimisation gestuelle, surtout si l'amélioration de la mobilité pelvi-rachidienne pour une meilleure équilibration spécifique est perçue et reconnue comme un facteur de performance supplémentaire par tous. D'ores et déjà, d'autres situations de stimulation sensori-motrice encore plus fonctionnelles ont été proposées (Juillaguet, 2020), en adjoignant deux demi-sphères instables (type bosu) sous un kayak, par exemple pour affiner la technique de pagayage, ou pour mieux maîtriser le bassin lors de rotations ou

extensions provoquées avec des passes au ballon (Fig. 7). La modélisation gestuelle en instabilité du pagayage est ainsi stimulée plus fonctionnellement, permettant aux athlètes de mieux faire face à l'incertitude du milieu naturel (rivière, lac, mer) ou de la compétition (kayak-polo), et d'en tirer profit pour un gain de performance. Ces travaux amènent à reconsidérer la complémentarité des compétences dans le staff des athlètes. Agissant ici comme une expertise croisée et partagée nécessaire à la haute performance, par la quête du détail inédit susceptible de créer la différence, cette synergie associe la prévention des blessures au cours d'une carrière sportive avec l'optimisation de la performance chez les athlètes incités ainsi à devenir de plus en plus « antifrágiles » (Del Moral, 2018). ■

Bibliographie

- ABERKANE, I. (2016). *Libérez votre cerveau*. Robert Laffont.
- BERTHOZ, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Odile Jacob.
- BERTHOZ, A. (2013). *La vicariance*. Odile Jacob.
- DEHAENE, S. (2012). *Les grands principes de l'apprentissage*. Collège de France.
- DEL MORAL, B. (2018). Construire des athlètes antifrágiles. *Réflexions Sport*, 18, 38-45. <https://www.calameo.com/read/003232740d7679babec4f>
- DUNCAN, M., (2009). Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a Swiss ball. *Journal of Body Work and Movement Therapies*, 13(4), 364-367. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.11.008>
- DUPEYRON, A. et al. (2017). Lomalgie et cerveau. *Kinésithérapie scientifique*, 593, 29-35.



© Icon Sport - Marion Hostens, JO de Tokyo 2020.

- DUPRÉ, R. (2012). Tony Estanguet : « Je me suis battu comme un lion ». *Le Monde*, 29 novembre 2012. https://www.lemonde.fr/sport/article/2012/08/16/je-me-suis-battu-comme-un-lion_1746828_3242.html
- DUPUI, P. et MONTTOYA, R. (2003). Approche physiologique des analyses posturographiques statiques et dynamiques. Dans P. Dupui, R. Montoya et M. Lacour (dir.), *Physiologie, techniques, pathologies, posture et équilibre* (p. 13-29). Éditions Solal.
- ESCAMILLA, R.F. et al. (2010). Core muscle activation during swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(5), 265-277. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2010.3073>
- ESNAULT, M. et VIEL, E. (2002). *Stretching, étirement par chaînes musculaires illustrées*. Masson.
- Fédération française de canoë-kayak (FFCK). (2002). *Animer pour gagner. Le guide de l'animateur-entraîneur*.
- HUG, F. (2015). Pourquoi tant de douleur ? *Sport et Vie*, 148, 60-67.
- JOHANSON E. et al. (2011). The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low-back pain. *European Spine Journal*, 20, 2152-2159. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1825-3>
- JUILLAGUET, F. (2015). Enquête : Blessures et prévention en kayak. *Kinésithérapie scientifique*, 565, 27-34.
- JUILLAGUET, F. (2017). Prévention de la lombalgie en kayak par reprogrammation motrice et contrôle postural. *Kinésithérapie scientifique*, 589, 7-18.
- JUILLAGUET, F. (2018). Optimiser la performance et prévenir la blessure grâce au football. *Canoë-Kayak Magazine*, 251, 94-97.
- JUILLAGUET, F. (2020). Comment innover dans la prévention de la lombalgie commune en canoë-kayak. *Kiné Actualité*, 1565, 25-28.
- KEEGAN, J.-J. (1953). Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. *Journal of Bone Joint Surgery*, 35A(3), 589-603. <https://doi.org/10.2106/00004623-195335030-00007>
- MAC DONALD, D. et al. (2009). Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain*, 142(3), 183-188. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.002>
- MESURE, S. (2010). La posture : l'équilibre de nos activités ! *Kinésithérapie la Revue*, 100, 57-59.
- MESURE, S. et LAMENDIN, H. (2001). *Posture, pratique sportive et rééducation*. Elsevier Masson.
- MOK, N.-W. et al. (2011). Changes in lumbar movement in people with low-back pain are related to compromised balance. *Spine*, 36(1), E45-E52. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181dfce83>
- NACHEMSON, A. et ELFSTROM, G. (1970). Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs. A study of common movements, maneuvers and exercises. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine Supplement*, 1, 1-40.
- PAILLARD, T. (2016). *Posture et équilibration humaines*. De Boeck.
- SCOTTE, F. (2015). La lombalgie du sportif : le rôle du kinésithérapeute. *Kiné Actualité*, 1395, 20-23.
- TALEB, N. N. (2013). *Antifragilité, les bienfaits du désordre*. Les Belles Lettres.
- VAILLANT, J. (2018). La kinésithérapie de demain. *Kinésithérapie scientifique*, 597, 29-31.
- VAILLANT, J. et VUILLERME, N. (2011). Rachis lombaire : douleur, proprioception, posture. *Kinésithérapie scientifique*, 524, 43-44, 525, 65-67.
- VIEL, E. et CHANUSSOT, J.-C. (2008). Les dérives de la rééducation proprioceptive : analyse critique. *Kinésithérapie Scientifique*, 492, 105-106.
- WILKE, H.-J. et al. (1999). New *in vivo* measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine*, 24(8), 755-757.