

Biologie et récupération

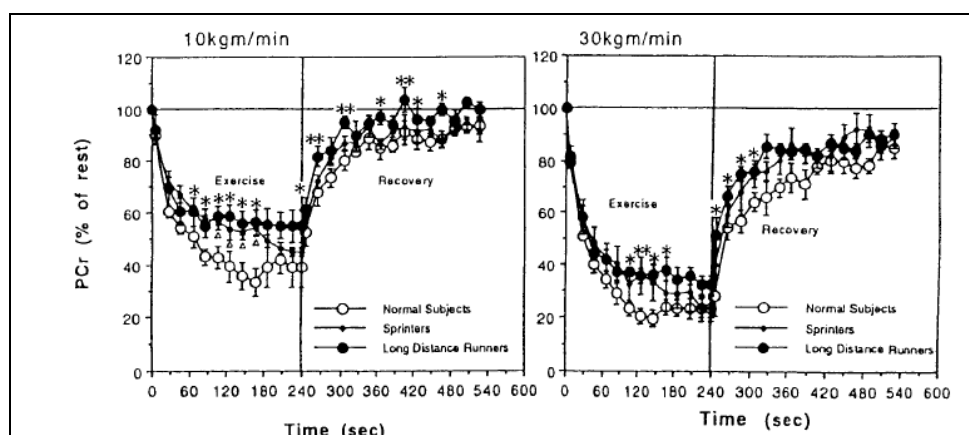
Professeur Charles Yannick GUEZENNEC
Pôle de Médecine du Sport de l'Essonne

La récupération se définit comme le recouvrement intégral des capacités physiques et mentales, avec une interaction probable entre les deux aspects. Elle est basée sur des principes de thermodynamique. Nous connaissons ainsi la récupération des réserves énergétiques, des fluides hydro-électrolytiques, et des contraintes mécaniques.

Les problèmes posés recourent ceux que rencontre la médecine du sport praticienne. L'aspect biologique est limité par la nécessité d'un abord peu invasif et l'intérêt d'un abord dynamique. L'évaluation de la disponibilité des stocks avant et après un effort de longue durée implique une mobilisation de ces stocks par un effort standardisé.

Les réserves énergétiques sont majoritairement intracellulaires. Leur resynthèse ne pourra donc être mesurée qu'indirectement. Les Scandinaves utilisaient la ponction biopsique de muscle depuis les années 60, qui leur a permis de dresser des cinétiques de récupération. Depuis les années 80, l'on utilise la spectroscopie RMN, mais celle-ci nécessite un appareillage lourd et la présence d'ingénieurs. Les études basées sur les paramètres indirects se sont calées sur ces paramètres directs. Des questions de sensibilité, de fidélité et de reproductibilité demeurent cependant.

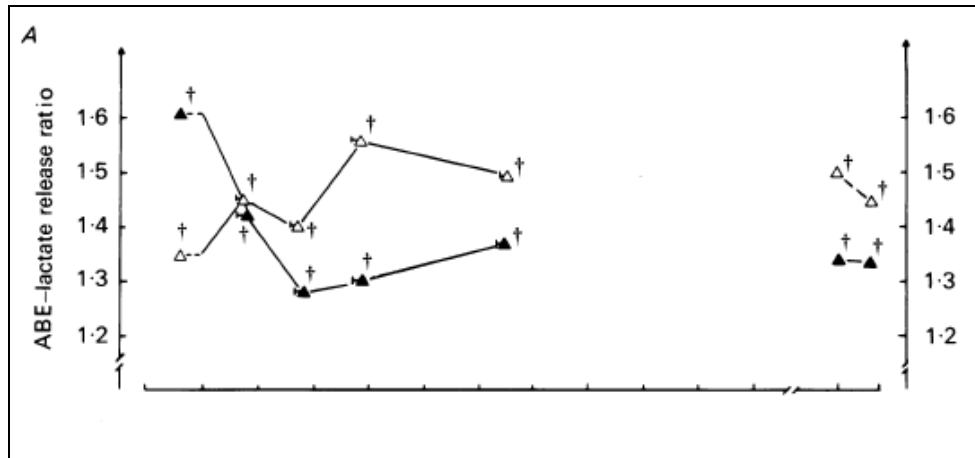
Aucun paramètre biologique circulant ne permet aujourd'hui d'obtenir la vitesse de resynthèse du paramètre biologique. L'étude Yoshida a malgré tout montré que, selon le niveau d'entraînement des sujets, les vitesses de resynthèse des phosphagènes diffèrent.



Cinétiques d'utilisation des phosphagènes à l'aide de la spectroscopie RMN

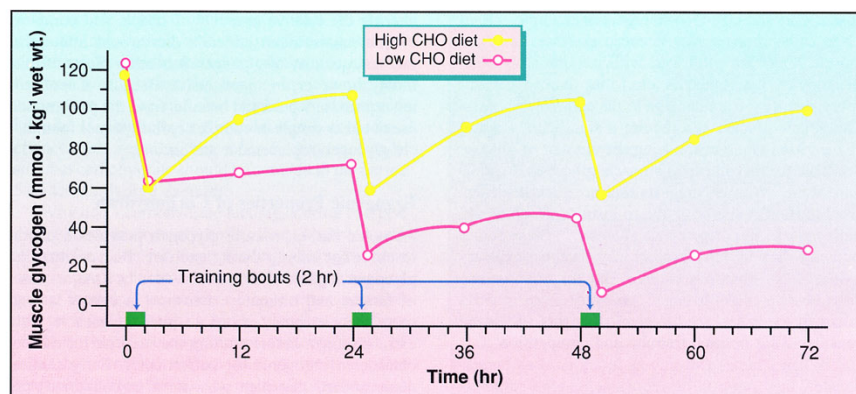
Nous ne pouvons toutefois pas différencier les cinétiques de récupération de sprinters entraînés, de coureurs de longue distance ou de sédentaires.

Le lactate sanguin obéit à de multiples paramètres indépendants les uns des autres. La mesure du lactate capillaire ou veineux constitue-t-elle un bon indicateur de la resynthèse des stocks glyco-géniques après un effort anaérobie de courte durée ? L'étude de la récupération simultanée du lactate et des phénomènes acido-basiques intramusculaires soulève la question du reflet par le lactate sanguin de l'acidose intracellulaire. Or l'étude de Bangsbo montre que les cinétiques diffèrent complètement. La cinétique du lactate ne suffit donc pas pour évaluer l'ensemble des processus de récupération.



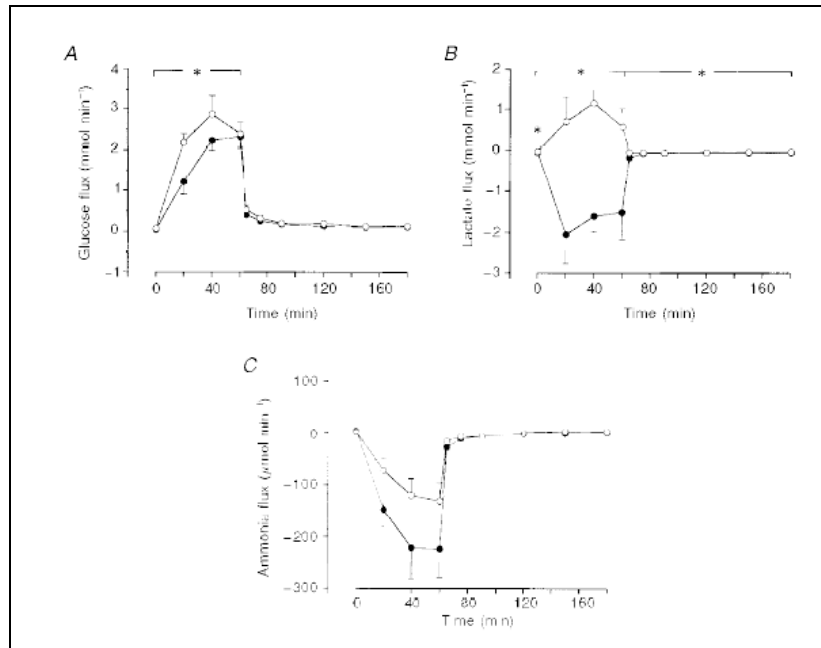
Cinétique du lactate

Le glycogène musculaire influe directement sur la capacité de récupération et les facteurs de fatigue. Le travail de Costill prouve qu'il existe un lien entre la nutrition et le volume d'entraînement : les athlètes n'ayant pas consommé beaucoup d'hydrates de carbone montrent des signes de fatigue à l'issue de la période d'entraînement. La nutrition et le volume d'entraînement influencent donc la récupération.



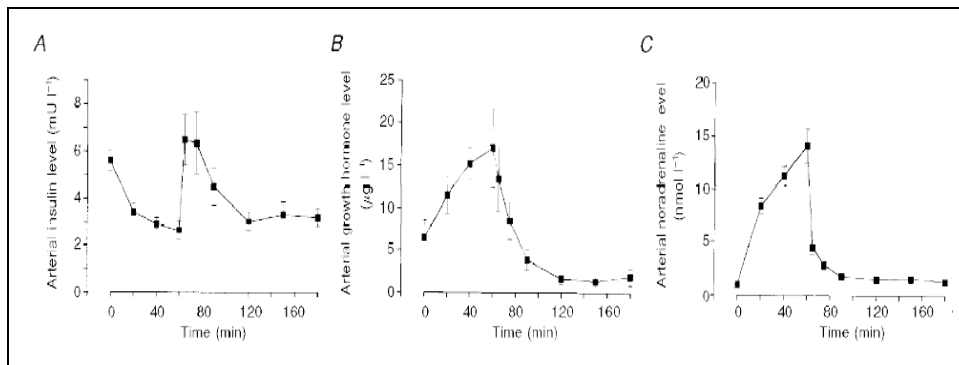
Récupération du glycogènes musculaires

Afin de mesurer les variations de métabolisme du glycogène, nous avons étudié la réponse des acides gras circulants, du glycérol mais là encore, d'autres facteurs interviennent. Nous nous sommes intéressés sans succès aux hormones, puis à l'interleukine-6 dont la spécificité reste à étudier. L'équipe de Blomstrand a mis en lumière d'énormes différences entre la production et la consommation de lactate et de glucose.



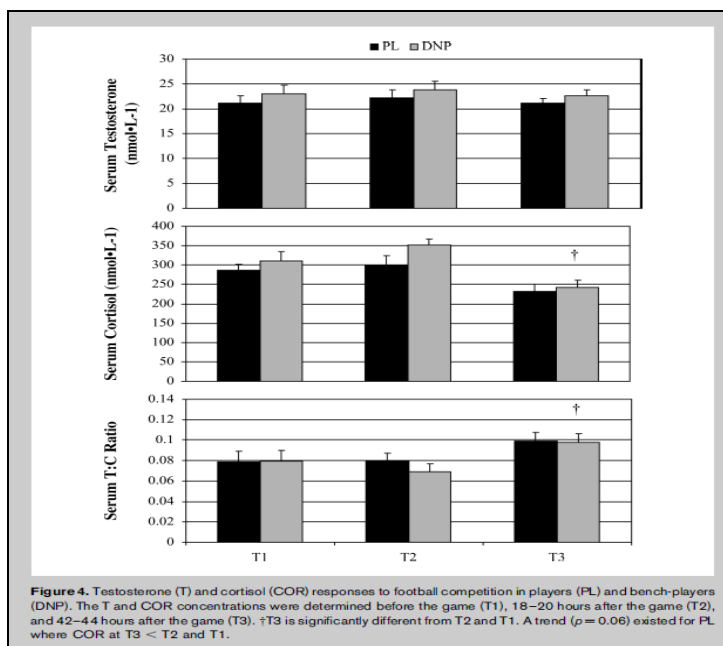
Echange de Glucose, de lactate et d'acides aminés durant l'exercice et la récupération

Les courbes de l'insuline et de la GH se superposent pratiquement, ce qui prouve que dans ce modèle, la réponse hormonale est tout à fait comparable.



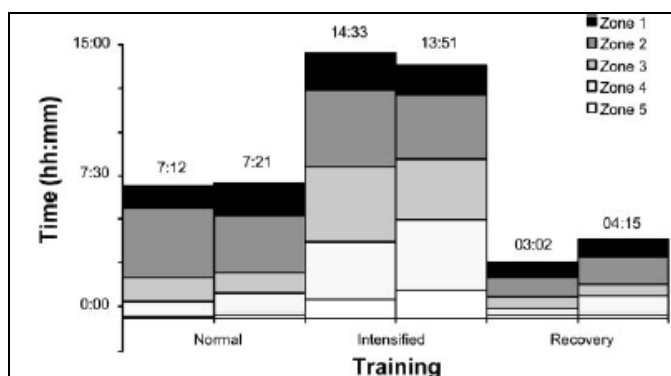
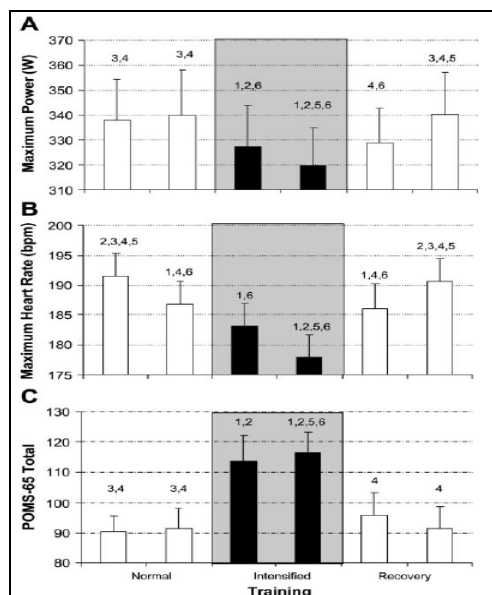
Variations de l'insuline, d'hormones de croissance et de noradrénaline durant l'effort et la récupération

Une autre hypothèse historique suppose que certaines hormones, comme les stéroïdes, reflètent le niveau de récupération et la balance entre catabolisme et anabolisme. Adlercreutz a ainsi observé les variations de testostérone sur une saison mais ce niveau suit un rythme circannuel. Kraemer a observé que le rapport cortisol – testostérone, pendant un match de football n'évoluait que chez les joueurs restés sur le banc. Cet indicateur reste donc douteux.



Le rapport T/C est plus bas chez les joueurs qui ne jouent pas !

Les paramètres susceptibles de nous informer sur la récupération à la suite d'entraînements intenses ont été étudiés en 2002 par Halson.



Paramètres pouvant refléter la récupération d'entraînements intenses

Les plus pertinents tiennent compte du poids du corps et de la composition corporelle. Le lactate maximal semble également significatif. Lorsque les sujets sont soumis à des phases d'entraînement intense, la réponse à un même degré d'efforts se traduit par une moindre production de lactate maximal.

Table 3. Selected changes in time trial and intermittent test variables over the course of the study period

	N		ITP		R		P Value		
	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6			
Time trial									
Maximal HR, beats/min	179 ± 3		173 ± 3*†	168 ± 2*†	173 ± 4*	171 ± 4*†	182 ± 3	<0.001	
Average HR, beats/min	162 ± 3		161 ± 3	156 ± 2†	156 ± 2†	156 ± 4†	170 ± 2	0.002	
Average power, W	261.7 ± 18.5		240.0 ± 16.2*†	239.5 ± 17.1*†	247.9 ± 19.0†	241.6 ± 13.4	265.1 ± 16.7	0.005	
Resting lactate, mmol/l	1.32 ± 0.23		1.29 ± 0.24	0.93 ± 0.12	1.29 ± 0.27	1.09 ± 0.11	1.43 ± 0.35	0.292	
Maximal lactate, mmol/l	8.06 ± 0.83		5.87 ± 0.24	5.87 ± 1.39	7.87 ± 0.92	6.82 ± 0.65	7.54 ± 0.75	0.198	
Intermittent test									
Average work, kJ	181.3 ± 10.1	171.2 ± 10.3	169.8 ± 10.6*	164.4 ± 8.8*	169.1 ± 8.9*	166.6 ± 12.0*	172.9 ± 9.7	177.8 ± 8.7	0.001
Average HR, beats/min	168 ± 5	166 ± 4	160 ± 6*	157 ± 3*	163 ± 3*	162 ± 2	171 ± 4	173 ± 3	0.048
Resting lactate, mmol/l	1.33 ± 0.25	1.22 ± 0.16	1.30 ± 0.30	1.30 ± 0.20	1.22 ± 0.22	0.94 ± 0.12	1.67 ± 0.34	1.52 ± 0.36	0.105
Maximal lactate, mmol/l	10.39 ± 1.25	8.52 ± 1.45	8.35 ± 1.26*†	8.45 ± 1.35*†	8.38 ± 0.92†	8.54 ± 1.33†	10.54 ± 1.11	10.77 ± 0.96	0.017

Values are means ± SE. *Significantly different from N, $P < 0.05$. †Significantly different from R, $P < 0.05$.

Ce paramètre ne présente toutefois d'intérêt que dans une épreuve d'effort standardisée, de type rectangulaire. Je laisserai Xavier Bigard aborder la question de la cryothérapie.

Je souhaite comparer l'évolution des paramètres inflammatoires (créatine kinase CRP, hormones et marqueurs de la contrainte thermique) entre des sujets courant 100 kilomètres et d'autres participant à un triathlon. Si le débit d'énergie reste similaire, les contraintes mécaniques diffèrent. Nous observons que celle du 100 kilomètres est énorme. Le cortisol, lui, s'avère plus élevé à l'arrivée du triathlon. Aucune cohérence n'existe entre les différents marqueurs endocriniens ou inflammatoires.

Table 2
Over time metabolic, inflammatory and hormonal changes in Long-Distance triathlon and 100-km endurance Run groups

	T1		R1		R2		R3	
	LD Triathlon	100-km Run	LD Triathlon	100-km Run	LD Triathlon	100-km Run	LD Triathlon	100-km Run
HSP72 (ng/mL)	0.00	0.00	6.13 ± 61*	16.74 ± 4.34***###	0.21 ± 0.21	0.07 ± 0.07	0.00	0.00
FFA (μmol/L)	40 ± 12	56 ± 25	1558 ± 139***	711 ± 131***###	121 ± 27	189 ± 68	65 ± 14	121 ± 69
CK (U/L)	125 ± 13	106 ± 13	508 ± 81	7012 ± 2262***###	1169 ± 272	6152 ± 1499***###	129 ± 28	155 ± 19
TnIc (μg/L)	0.15 ± 0.05	0.03 ± 0.00	0.39 ± 0.15	0.13 ± 0.04	0.31 ± 0.15	0.05 ± 0.02	0.13 ± 0.03	0.03 ± 0.00
CRP (mg/L)	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.1	1.5 ± 0.2	3.6 ± 1.0	25.3 ± 3.1***	26.8 ± 7.8***	2.3 ± 0.7	4.5 ± 2.8
C (nmol/L)	369 ± 28	344 ± 61	1328 ± 100***	922 ± 158***###	287 ± 18	227 ± 22	289 ± 29	252 ± 23
NE (pg/mL)	313 ± 66	326 ± 54	1433 ± 243***	868 ± 245##	673 ± 77	806 ± 170	335 ± 47	373 ± 64
E (pg/mL)	49 ± 8	42 ± 6	250 ± 32***	99 ± 40###	44 ± 7	47 ± 16	66 ± 21	44 ± 7
PRL (ng/mL)	12.4 ± 1.0	6.0 ± 1.3	40.0 ± 7.9***	8.0 ± 1.5###	12.8 ± 1.3	6.5 ± 1.2	7.9 ± 1.0	6.3 ± 1.1
DHEAs (ng/mL)	1492 ± 130	1383 ± 215	3081 ± 308***	2323 ± 481	1753 ± 164	1547 ± 312	1451 ± 120	1398 ± 190
Glycemia (mM)	5.31 ± 0.21	5.34 ± 0.32	5.46 ± 0.32	5.60 ± 0.42	4.84 ± 0.19	4.58 ± 0.25	5.14 ± 0.32	5.08 ± 0.15

Values are means ± SE.

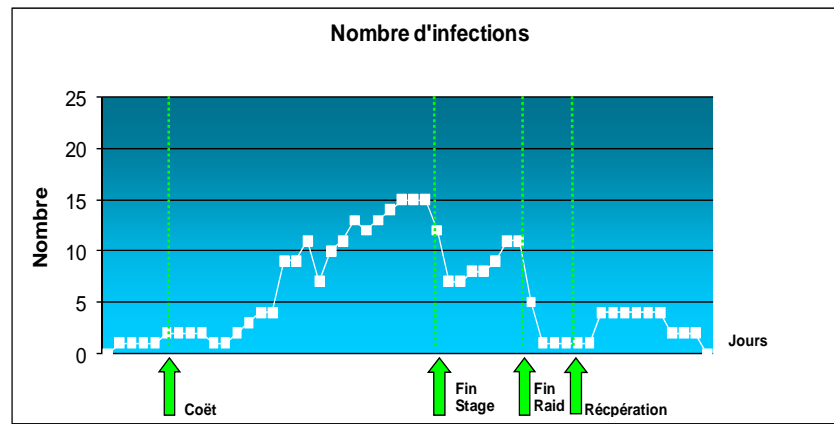
LD Triathlon: Long-Distance triathlon; 100-km Run: 100-km endurance Run.

T1: the day before races; R1 after races; R2 and R3: 24-h and 7-day post races.

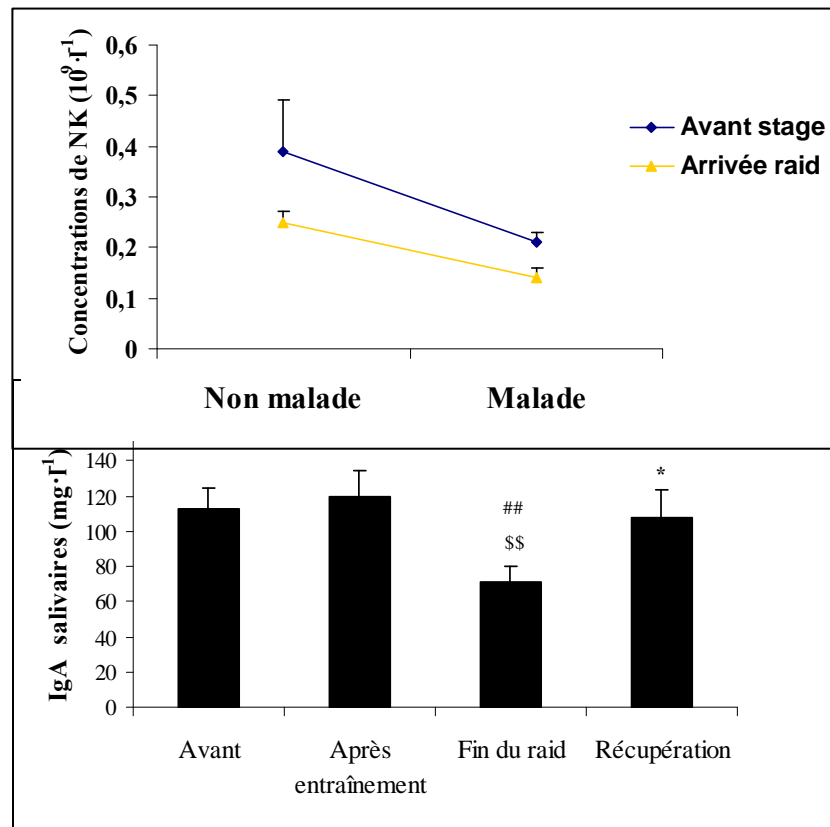
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; versus T1 values.

$p < 0.01$, ### $p < 0.001$; between LD Triathlon and 100-km Run.

Je vais enfin aborder l'utilisation des marqueurs immunitaires pour situer la sensibilité aux infections respiratoires de la phase de récupération. Certains sujets présentent en effet des infections respiratoires. De nombreux auteurs proposent les IgA salivaires comme des marqueurs de la sensibilité aux infections mais le lien reste douteux.



Résultats de l'expérimentation sur des militaires



La réponse des NK (sous-groupe des lymphocytes) meilleur marqueur du risque infectieux que les IgA salivaires

Un autre marqueur paraît plus pertinent : le *natural killer*. La technique d'étude en est cependant plus complexe.

Il semble difficile d'isoler un paramètre à analyser. La métabolomique consiste à étudier de nombreux paramètres et à en définir la distribution suivant une méthode d'analyse statistique. Chorell a ainsi validé des attitudes nutritionnelles en différenciant les réponses suivant le niveau d'entraînement. L'effet nutriment peut ainsi être isolé dans la distribution des paramètres. Cette manière de procéder pourrait représenter une alternative simple.

Il reste illusoire de se limiter à un nombre restreint de paramètres biologiques pour évaluer la récupération. Mais une combinaison de paramètres, si elle permet de vérifier l'efficacité des méthodes de récupération, laisse aussi subsister une marge d'incertitude. Nous devons enfin nous assurer que les paramètres biologiques permettent de détecter le passage d'un athlète en « zone rouge ». En effet, les augmentations de BNP et de Troponine C ne s'associent pas avec une modification mécanique de fonctions contractiles.