

Avis de Soutenance

Monsieur Romain CARIN

STAPS

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Effets de l'exercice et de l'entraînement en altitude sur la sénescence érythrocytaire et la rhéologie sanguine, et implications dans la régulation de la masse totale d'hémoglobine chez l'athlète de haut niveau

dirigés par Monsieur Philippe JOLY

Soutenance prévue le **mercredi 03 décembre 2025** à 14h00

Lieu : Université Lyon 1 Salle des Conférences Hermann 8 avenue Rockefeller 69008 LYON

Salle :

Composition du jury proposé

M. Philippe JOLY	Hospices Civils de Lyon	Directeur de thèse
Mme Nathalie BOISSEAU	Université Clermont Auvergne	Rapporteuse
Mme Sophie ANTOINE-JONVILLE	Avignon Université	Examinatrice
M. Damien ROUSSEL	Université Lyon 1	Examineur
M. Philippe CONNES	Université Lyon 1	Invité
M. Elie NADER	Université Lyon 1	Invité

Mots-clés : Hypoxie, Eryptose, Masse totale d'hémoglobine, Erythrophagocytose, Hémorhéologie, Performance,

Résumé :

La capacité de transport et d'utilisation de l'oxygène par l'organisme est un déterminant majeur de la performance en endurance. L'expansion de la masse totale d'hémoglobine (Hbmass), particulièrement recherchée chez l'athlète d'endurance, justifie le recours aux stratégies d'entraînement en altitude. Toutefois, ce facteur quantitatif n'est pas le seul déterminant de la capacité de transport de l'oxygène, puisque les propriétés fonctionnelles des globules rouges (GRs) et rhéologiques du sang constituent, elles aussi, des déterminants de la chaîne de transport de l'oxygène. L'augmentation de l'inflammation et du stress oxydant, induits par l'exercice intense, l'ultra-endurance ou l'exposition prolongée à l'hypoxie, peut conduire à des dommages érythrocytaires susceptibles d'accroître la viscosité sanguine et ainsi, de compromettre la perfusion et l'oxygénation musculaire à l'effort. Par ailleurs, ces phénomènes favorisent l'activation des mécanismes de sénescence érythrocytaire et d'éryptose, précipitant l'élimination des GRs sénescents par érythrophagocytose. Si l'importance des processus oxydatifs intra-érythrocytaires dans ces phénomènes est confirmée in vitro et en clinique, leur rôle précis chez le sportif reste à préciser. La régulation du pool érythrocytaire dépend de l'équilibre entre production médullaire et clairance splénique. Une modulation des mécanismes de sénescence ou de l'activité érythrophagocyttaire splénique en altitude pourrait ainsi contribuer à l'hétérogénéité des réponses

d'Hbmass observées chez l'athlète, tant pendant le stage en altitude qu'au cours de la phase de redescende. De plus, les variations des volumes intravasculaires induites par l'exposition prolongée à l'hypoxie pourraient altérer les propriétés rhéologiques du sang. Toutefois, l'ampleur de ces altérations et leur évolution lors du retour au niveau de la mer restent à déterminer. Nos résultats montrent qu'un exercice court et intense et d'ultra-endurance induisent une activation des mécanismes de sénescence érythrocytaire et des altérations hémorhéologiques qui semblent dépendre de la modalité d'effort. Ces altérations ne semblent pas majorées par l'hypoxie. Si les variations de viscosité sanguine apparaissent largement déterminées par les fluctuations du volume plasmatique (hémococoncentration vs hémomodilution), l'évolution des facteurs plasmatiques modulant la viscosité du plasma doit également être prise en compte. Nos résultats suggèrent en effet que la viscosité plasmatique pourrait être modifiée à l'issue d'un ultra-trail ou lors du retour au niveau de la mer après un stage en altitude de type Live High – Train High (LHTH). Par ailleurs, ces travaux soulignent le rôle central des processus oxydatifs intra-érythrocytaires dans les altérations érythrocytaires et dans l'activation des mécanismes de sénescence, que ce soit à l'effort ou lors d'un LHTH. L'intérêt d'une supplémentation antioxydante dans ces contextes reste à explorer. Enfin, bien que nous ayons mesuré une augmentation des marqueurs de sénescence érythrocytaire pendant le stage LHTH et qui étaient maintenues jusqu'à 10 jours après la fin de celui-ci, ces phénomènes ne semblent pas avoir altéré les variations d'Hbmass ni précipité sa diminution lors du retour au niveau de la mer. Une réduction transitoire de la clairance splénique des GRs sénescents pourrait contribuer au maintien d'Hbmass, soulignant la nécessité d'évaluer les modulations de l'activité érythrophagocytaire en plus de l'activité érythropoïétique dans la compréhension des variations d'Hbmass en altitude chez l'athlète. Par ailleurs, la diminution retardée de la viscosité sanguine mesurée 10 jours après la fin du LHTH pourrait optimiser la perfusion et l'oxygénation musculaire à un moment où Hbmass demeure élevée, correspondant ainsi à une « fenêtre » physiologique au cours de laquelle les bénéfiques érythropoïétiques de l'altitude seraient maximisés tandis que les contraintes hémorhéologiques seraient minimisées.