



## SOMMAIRE

L'échauffement

Du repos pour mieux s'échauffer ?

Imagerie motrice et échauffement

PAP vs. PAPE

Encore plus de repos ?

Le Diplôme Universitaire Gilles Cometti (il reste encore quelques places)

## PROCHAINEMENT

Octobre 2024 : Session 2024-2025 du DU de préparation physique.

## REDACTION

Nicolas Babault, Carole Cometti, Christos Paizis.

## PLUS D'INFORMATIONS

Consultez notre site internet : [www.cepcometti.com](http://www.cepcometti.com)

[Carole.cometti@u-bourgogne.fr](mailto:Carole.cometti@u-bourgogne.fr)

[Nicolas.babault@u-bourgogne.fr](mailto:Nicolas.babault@u-bourgogne.fr)

## CONTACT

Centre d'Expertise de la Performance Gilles Cometti - UFR STAPS – BP 27877  
21078 Dijon Cedex



## L'ECHAUFFEMENT

Après 4 années sans publication de notre Chronique (anciennement Newsletter), il nous semble intéressant de reprendre le rythme et quoi de mieux pour débiter qu'un bon échauffement. Nous avons déjà traité de ce thème il y a quelques années (Octobre 2012 - Newsletter n°6). Mettre à jour et surtout compléter cet ancien numéro semblant essentiel au regard de l'évolution de la littérature scientifique. Nous ne pouvons pas traiter de l'ensemble de la thématique. Ainsi, nous évoquerons certains points qui nous semblent importants et notamment certaines situations permettant d'optimiser cette phase essentielle de tout entraînement, de toute compétition...

### C'EST QUOI L'ECHAUFFEMENT ?

L'échauffement c'est avant tout une amélioration transitoire de la performance sportive, musculaire, énergétique... via principalement une augmentation de la **température musculaire**. Il doit donc passer par des contractions musculaires localisées avec faibles résistances suivant des actions concentriques et excentriques (ce que nous appelons l'échauffement "Russe"). Le flux sanguin sera augmenté en direction des muscles actifs (donc des muscles sollicités par l'entraînement ou l'activité). L'augmentation de la température centrale suivra avec l'augmentation progressive de l'intensité des contractions (les efforts longs et peu intenses pouvant s'avérer néfastes ne sont pas nécessaires).

L'échauffement c'est également rentrer dans l'activité via des exercices propres à la discipline. On travaillera ici les habiletés motrices, la **motricité spécifique individuelle ou collective**. C'est la coordination, c'est un schéma moteur, c'est lié à la commande nerveuse. L'échauffement doit être complet et intégrer des exercices analytiques (permettant l'augmentation de la température musculaire) et des exercices spécifiques (favorisant un comportement moteur plus global).

Mais l'échauffement c'est surtout trouver le meilleur compromis entre l'énergie dépensée pour augmenter la température musculaire, retrouver la motricité spécifique tout en conservant les stocks énergétiques. **L'échauffement n'est pas fait pour se fatiguer**. De nombreuses stratégies peuvent être mises en place afin de préserver nos ressources énergétiques.

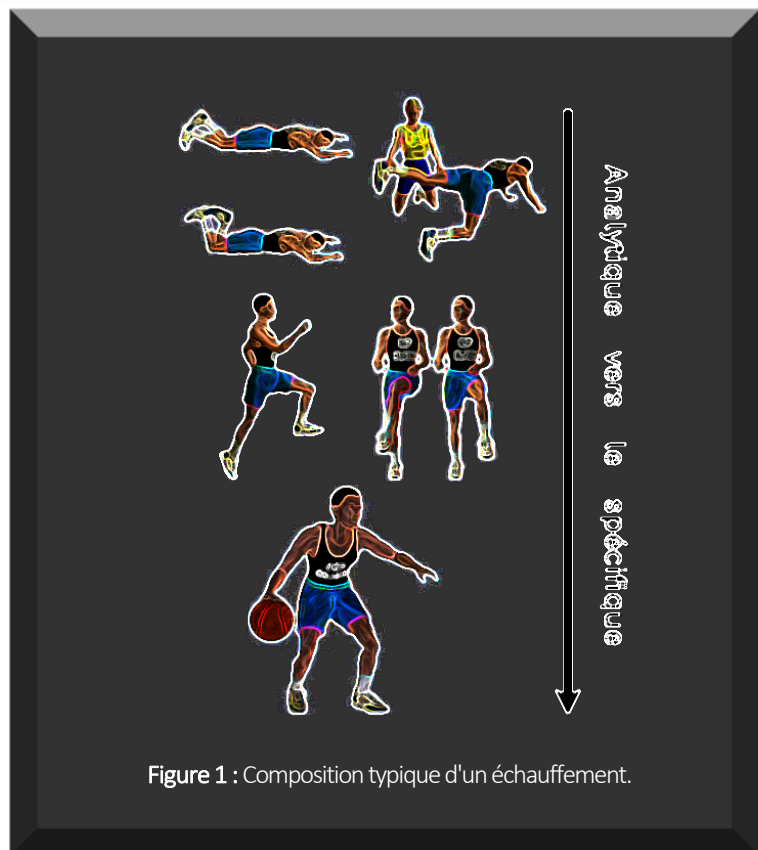


Figure 1 : Composition typique d'un échauffement.

## COMPOSITION TYPIQUE

De ces quelques principes généraux découle une organisation simple de tout bon échauffement (Figure 1). La phase initiale est basée sur l'augmentation de la température musculaire des principaux muscles impliqués par l'activité entraînant ensuite une augmentation progressive de la température centrale. Il n'y a pas besoin de courir ou pédaler à faible intensité. Des contractions musculaires ciblées/analytiques avec une intensité croissante suffisent. La seconde phase est orientée autour de la motricité spécifique. Lorsqu'on parle de motricité spécifique, on parle bien entendu de la technique gestuelle (on ré-apprends, on se remémore...) mais on peut également considérer des contraintes mécaniques spécifiques à l'activité. On sous-entend par là, les modes d'actions musculaires, les vitesses ou même les amplitudes angulaires...

Du dernier principe découle des notions temporelles. On parle ici d'un compromis entre durée d'échauffement (environ 20 minutes au-delà duquel la température musculaire atteint un plateau), intensité (suffisante pour augmenter la température mais pas trop pour ne pas fatiguer) et le temps séparant la fin de l'échauffement et l'effort qui s'en suit (souvent dépendant du contexte réglementaire).

De nombreuses situations peuvent donc être intégrées dans cette phase cruciale de chaque entraînement ou compétition. De même, de nombreuses stratégies de minimisation de la fatigue peuvent être utilisées. Nous en présentons quelques exemples.

## DU REPOS POUR MIEUX S'ECHAUFFER ?

Et si se reposer permettait effectivement de mieux s'échauffer ? La réponse qui nous vient à l'esprit est bien entendu négative car nous avons besoin d'être en mouvement, de produire des contractions musculaires afin d'augmenter notre température. Mais, dans l'optique de minimiser la fatigue, la réponse à cette question n'est pas toujours négative.

On néglige trop souvent l'**échauffement passif** alors que c'est pourtant la base. Il est bien connu que la force ou la puissance par exemple sont influencées par la température musculaire qu'elle soit augmentée passivement ou activement. Rester dans un environnement chaud (pièce surchauffée ou bain chaud) serait donc une possibilité intéressante pour minimiser la fatigue. Toutefois, les effets réels sur la performance sportive restent encore discutés.



De nombreux auteurs ont ainsi montré que l'échauffement actif permettrait d'augmenter la performance musculaire ou la performance en endurance alors que l'échauffement passif serait inefficace pour améliorer la force (e.g., [Takeuchi et al., 2021](#)). Alors pourquoi faire un échauffement passif ? Des études récentes ([Takeuchi et al., 2021](#) ; [Babault et al., 2023](#)) ont montré que l'échauffement passif était tout aussi efficace que l'échauffement actif au regard de la souplesse (range of motion = amplitude angulaire). De plus, réaliser des étirements après ces différentes formes d'échauffement ne permettrait pas de gagner plus en amplitude. L'échauffement, qu'il soit actif ou passif pourrait suffire ; il n'y a pas besoin de s'étirer. Mais, l'échauffement passif ne se substitue pas entièrement à l'échauffement actif (notamment au regard de la production de force). Il s'agirait peut-être de combiner ces deux formes d'échauffement qui permettrait de gagner du temps et d'économiser de l'énergie sur certains aspects de la performance. Bien évidemment, d'importantes contraintes logistiques rendent cette pratique difficilement applicable. Le simple fait de l'utiliser par exemple via des vêtements chauds permet a minima de conserver une température élevée. Cette pratique est largement recommandée par exemple lors de phases de transition ([McGowan et al., 2015](#)).

Mais, au final, c'est quoi un échauffement passif ? Ce n'est pas juste rester immobile à ne rien faire dans un environnement chaud. Que fait-on de notre cerveau ? Pour optimiser le temps et pour optimiser notre énergie, nous pouvons sans problème "échauffer" cet organe. L'**imagerie motrice** est une stratégie permettant d'activer les régions

cérébrales et certaines circuiteries de la moelle épinière normalement activés lors de mouvements réels ([Grosprêtre et al., 2018](#)). L'imagerie est souvent utilisée pour se remémorer un parcours (par exemple dans le ski) ou un geste/enchaînement technique (par exemple dans certaines disciplines acrobatiques). Mais est-ce que l'imagerie fonctionne également d'un point de vue d'une performance à dominante musculaire ? La réponse est oui. C'est le cas pour la souplesse ou pour la vitesse. Dans une étude récente nous avons montré que l'imagerie motrice réalisée après un échauffement actif permettait d'améliorer les tâches imaginées (test d'agilité) de manière supérieure à l'échauffement actif seul ([Rumeau et al., 2023](#), cf. encart ci-dessous). L'imagerie motrice est facilement réalisable après une courte familiarisation. Elle peut être réalisée à n'importe quel moment de l'échauffement. Elle a l'énorme avantage de ne pas toucher à nos réserves énergétiques.

La présence des **étirements** est souvent questionnée. De manière générale, les étirements peuvent être utilisés si la souplesse ou une grande amplitude font partie des critères de performance. En effet, les potentiels effets néfastes sur la force seront plus faibles sur une population déjà souple ([Babault et al., 2015](#)). Mais il faut garder une durée courte (< 30 secondes) notamment pour les étirements statiques ([Behm et al., 2016](#)). Les étirements ballistiques (mouvements lancés) sont à proscrire (les contraintes, trop élevées, conduisent généralement à une diminution de force). Les étirements dynamiques (avec une vitesse contrôlée) sont généralement recommandés dans la littérature. A la marge de ces recommandations, des études récentes suggèrent que

## IMAGERIE MOTRICE ET ÉCHAUFFEMENT

### Post-activation Performance Enhancement and Motor Imagery are Efficient to Emphasize the Effects of a Standardized Warm-Up on Sprint-running Performances

Rumeau V, Grosprêtre S, Babault N (2023) *Sports* 11(5): 108.

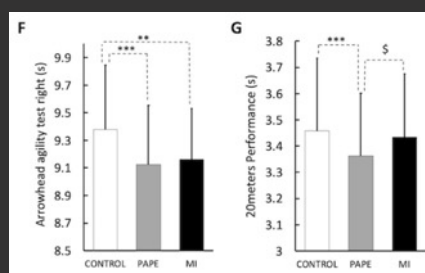
**Objectif de l'étude** : explorer les effets de différents échauffements mettant l'accent sur des contributions périphériques (amélioration de la performance post-activation : PAPE) ou centrales (imagerie motrice : IM) sur des tâches spécifiques.

**Méthode** : 11 femmes (membres de l'équipe de France U20 de hockey sur glace) ont réalisé un échauffement standardisé (activation musculaire dynamique, gammes athlétiques, exercices de mobilité, sprints et sauts) suivi par :

- Aucune activité (CONTROL), ou
- 5 répétitions sur legpress à 90% de leur 1RM (PAPE), ou
- imagerie motrice (IM ; imaginer faire un test d'agilité ou des sprint répétés).

Les tests (temps de réaction, questionnaire, saut (counter movement jump), sprint (20m), sprints répétés, agilité (arrowhead agility test)) sont réalisés après chaque condition.

**Resultats** : pas de différence entre les 3 conditions pour les sauts, le temps de réaction ou le ressenti subjectif. Les performances sur le test d'agilité et les sprints répétés sont meilleures lors des conditions PAPE et IM par rapport à la condition CONTROL (figure ci-dessous). La performance sur 20m est meilleure lors de la condition PAPE.



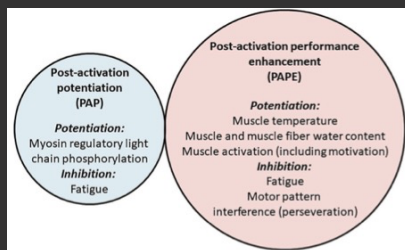
**Conclusion** : La condition PAPE est efficace sur la fonction musculaire. La condition IM est efficace pour les tâches imaginées. Ces deux stratégies sont à implémenter au cours d'un échauffement standardisé.

### PAP vs. PAPE

#### Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and current issues

Blazevich A.J., Babault N (2019) *Frontiers Physiol* 10:1359

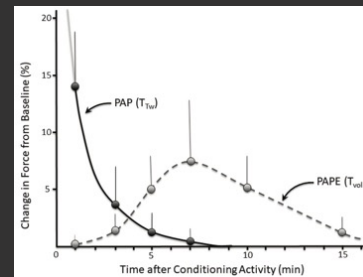
Derrière ces 2 acronymes, 2 mécanismes différents, 2 phénomènes résultant de l'histoire contractile (contractions musculaires qui précèdent) avec des cinétiques différentes à ne pas confondre.



La PAP (post-activation potentiation = potentialisation post-activation) est transitoire et ne dure que quelques dizaines de

secondes. Elle fait principalement intervenir des phénomènes musculaires, calciques ou liés à l'espace interfilaire. Elle intervient principalement sur la vitesse d'attachement des ponts actine-myosine et n'interviendrait que très peu en condition volontaire maximale.

La PAPE (post-activation performance enhancement = amélioration de la performance post-activation) est généralement observée après quelques minutes et dure plus longtemps. Elle fait intervenir des mécanismes musculaires et nerveux. Elle intervient lors de contractions volontaires maximales ou sous-maximales.



l'échauffement en lui-même peut suffire à augmenter la souplesse (Takeuchi et al., 2021 ; Babault et al., 2023). Cette affirmation s'applique également aux étirements dynamiques. Plusieurs études se sont intéressées aux mécanismes des étirements dynamiques (Opplert et al., 2019 ; Vieira et al., 2021). Les conclusions suggèrent que cette forme d'étirement serait un compromis entre un échauffement et un étirement tous deux réalisés de manière sous-maximale (donc inefficacement). Si l'échauffement est bien réalisé et complet, les étirements ne seraient donc pas nécessaires dans une routine d'échauffement sauf si la souplesse fait partie des critères de performance. Il faut cependant légèrement modérer cette dernière affirmation. N'oublions pas que l'échauffement est composé d'une partie spécifique. Même si la littérature scientifique ne permet pas de répondre directement, il semblerait que cette partie spécifique puisse suffire pour finaliser les effets de l'échauffement sur l'amplitude des mouvements.

A plusieurs reprises nous avons évoqué des phases de transition ou des périodes entre la fin de l'échauffement et l'effort à proprement parlé. Les **différentes phases de récupération** dans l'échauffement ou à la fin de l'échauffement sont à prendre en compte. Certaines contraintes réglementaires nous l'impose. L'échauffement passif (vêtements, imagerie, ...) ou d'autres tâches simples sont à réaliser pendant cette phase. Au-delà de ces aspects réglementaires, certains auteurs se questionnent quant à la durée optimale entre la fin de l'échauffement et la performance subséquente. Dans une étude récente

(Yamaguchi et al., 2023) les auteurs ont montré qu'un échauffement de 15 minutes réalisé à 70% de VO<sub>2</sub>max (suivis par des étirements dynamiques) permettait d'améliorer la performance d'endurance (90% de VO<sub>2</sub>max) lorsque 10 minutes de récupération étaient intercalées entre la fin de l'échauffement et l'épreuve d'endurance alors qu'une récupération de 5 minutes n'était pas suffisante. L'utilité d'une telle récupération serait de faire disparaître une potentielle fatigue tout en conservant un niveau suffisant de VO<sub>2</sub> pour améliorer la performance d'endurance. Une période de récupération semble donc nécessaire. A l'instar de cette étude, beaucoup d'autres expérimentations utilisent ce type d'échauffement "général" sans considérer un échauffement analytique initial (échauffement "Russe" comprenant des contractions sous-maximales concentriques/excentriques permettant d'augmenter la température musculaire). Au lieu d'intercaler une période de récupération (certes pouvant être réglementaire), pourquoi ne pas modifier le contenu de l'échauffement afin de réduire la fatigue ? Ces phases de récupération doivent donc être pensées au regard de contraintes des entraînements ou compétitions mais aussi et surtout au regard du contenu de l'échauffement. Supprimons l'inutile et ce qui peut être trop fatigant !

Une autre stratégie généralement associée à de la récupération fait référence à la **PAPE** (post-activation performance enhancement – amélioration de la performance post-activation, cf. encart ci-dessus) (Blazevich et Babault, 2019). Ces termes impliquent de réaliser des contractions



musculaires (généralement maximales) pour finaliser l'échauffement. De nombreux mécanismes sont impliqués. La littérature scientifique fait consensus en montrant l'intérêt de ces quelques contractions maximales à la fin de l'échauffement. De nombreux exercices sont proposés avec des charges différentes, un nombre de répétition différent... Mais le principe reste toujours le même : des exercices maximaux sollicitant le système neuromusculaire (le plus proche possible de la coordination spécifique) et avec le moins de fatigue possible. Même s'il arrive que la littérature scientifique teste l'effet de plusieurs séries, cibler l'exercice et le volume pour minimiser la fatigue reste la meilleure option. La pertinence de cette stratégie après un échauffement réellement complet reste posée (e.g., [Vargas-Molina, 2021](#)). Toutefois, l'intérêt dans le cas de phases de transition est certain.

### ENCORE PLUS DE REPOS ?

Oui. Encore plus. Pour cela, on considère un entraînement effectué le matin d'une compétition réalisée l'après-midi (on utilise le terme "**priming**"). On est a priori à la limite du thème ; Mais pas tant que ça. Différentes études se sont intéressées à la thématique en explorant la performance sportive, les paramètres neuromusculaires, les variations hormonales ou alors les états psychophysiologiques. La littérature scientifique ne fait pas réellement consensus et laisse planer de nombreux doutes. Pour exemple, [Russel et al. \(2016\)](#) explorent différents exercices réalisés le matin à 8h (e.g., exercices de force ou de sprints répétés) sur différents tests

réalisés l'après-midi à 17h. Ces auteurs concluent que chaque modalité améliore au moins un marqueur de performance. [Donghi et al. \(2021\)](#) montrent qu'une séance de sprint répété (décrite comme "dure") réalisée le matin augmenterait le niveau de testostérone et diminuerait les propriétés contractiles tandis qu'un exercice dit "facile" (charges à vitesse élevée associées à quelques sprints par exemple) diminuerait le niveau hormonal et augmenterait certains indices de performance (explosivité et test Yo-Yo intermittent). Malgré cela, ce type de séance semble avoir des effets intéressants à partir du moment où la fatigue est évitée et les groupes musculaires ou la motricité spécifique sont respectés. Des exercices de type force (même à charges légères) peuvent être recommandés. Les mécanismes sous-jacents sont multiples. Par exemple, un exercice de nage associé à un exercice de type force a permis d'augmenter la performance de nage de l'après-midi notamment via une température corporelle plus élevée en début de séance ([McGowan et al., 2016](#)). A défaut d'obtenir une amélioration de la performance, réaliser ce type de séance le matin n'aura pas d'impact sur la performance finale (pas plus d'effets négatifs que positifs) (e.g., [Oh et al., 2018](#)).

### POUR CONCLURE

Faisons simple. De nombreuses stratégies peuvent être utilisées pour rendre l'échauffement plus efficace tout en limitant une surcharge inutile.

N.B.

### BIBLIOGRAPHIE

[Babault N. et al. \(2023\)](#) *Physiology* 38(S1): 5730729.

[Babault N. et al. \(2015\)](#) *Int J Sports Physiol Perform* 10(1): 117-9.

[Blazevich et Babault \(2019\)](#) *Frontiers Physiol* 10: 1359.

[Behm D.G. et al. \(2016\)](#) *Appl Physiol Nutr Metab* 41(1): 1-11.

[Donghi F. et al. \(2021\)](#) *Int J Sports Physiol Perform* 16(3): 407-14

[Grosprêtre S. et al. \(2016\)](#) *J Physiol* 597(3): 921-34.

[McGowan C.J. et al. \(2015\)](#) *Sports Med* 45: 1523-46.

[McGowan C.J. et al. \(2016\)](#) *Int J Sports Physiol Perform* 12(5): 605-11

45: 1523-46.

[Oh S.H. et al. \(2018\)](#) *Ger J Exerc Sport res* 48:235-44.

[Opplert J. et al. \(2019\)](#) *J Sport Sci Med* 18: 351-8.

[Rumeau V. et al. \(2023\)](#) *Sports* 11(5): 108.

[Russel M. et al. \(2016\)](#) *Int J Sports Physiol Perform* 11(6): 763-7

[Takeuchi K. et al. \(2021\)](#) *J Strength Cond Res* 35(1): 141-6.

[Vargas-Molina S. et al. \(2021\)](#) *Plos One* 16(12): e0260866

[Vieira D.C.L. et al. \(2021\)](#) *Eur J Appl Physiol* 121: 957-67.

[Yamaguchi T. et al. \(2023\)](#) *Sport Sci Health* DOI:10.1007/s11332-023-01149-6.