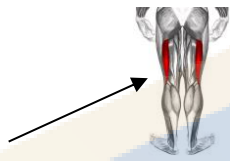


1<sup>er</sup> Challenge Sciences 2024  
12 septembre 2019, École des Ponts

## Introduction

Objectif : établir un **thermomètre du muscle** pour Grégory Dupont (préparateur physique de l'Équipe de France de Football) pour contrôler l'échauffement des joueurs (hypothèse : muscle bien échauffé = température de 38,5°C)

- Non-invasif
- Rapide
- Portable
- Précis à 0,2°C près
- Mesure sur le biceps fémoral

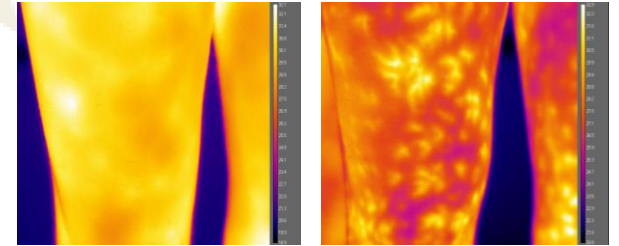


## Protocole expérimental 1



Vélo en salle pour **contrôler la température extérieure** et garder un **effort constant**

Caméra thermique FLIR



Avant l'effort

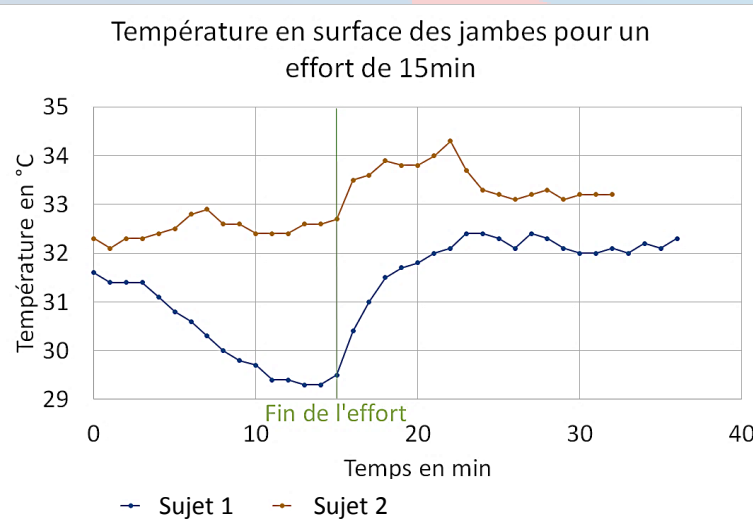
Pendant l'effort

- Apparition de taches sur la jambe pendant l'effort : zones plus chaudes  $T=32^{\circ}\text{C}$  et plus froides  $T=25^{\circ}\text{C}$

- Effort d'une puissance de 100W sur un **vélo pendant 15min**
- **Mesure globale** avec une caméra thermique :

- prise d'une **photo toutes les minutes**
- calcul d'une **température moyenne** avec le logiciel FLIR sur le muscle observé

## Résultats

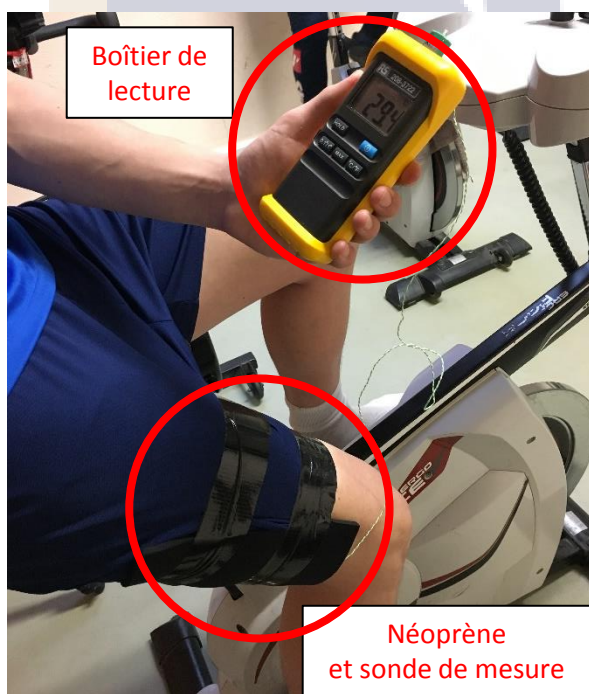


- La température n'augmente significativement qu'après la fin de l'effort
- Forte différence de tendances entre les individus

- Le sujet 1 transpirait plus que le sujet 2 : l'évaporation de la transpiration fait diminuer la température pendant l'effort

## Protocole expérimental 2

Néoprène pour empêcher l'évaporation de la transpiration

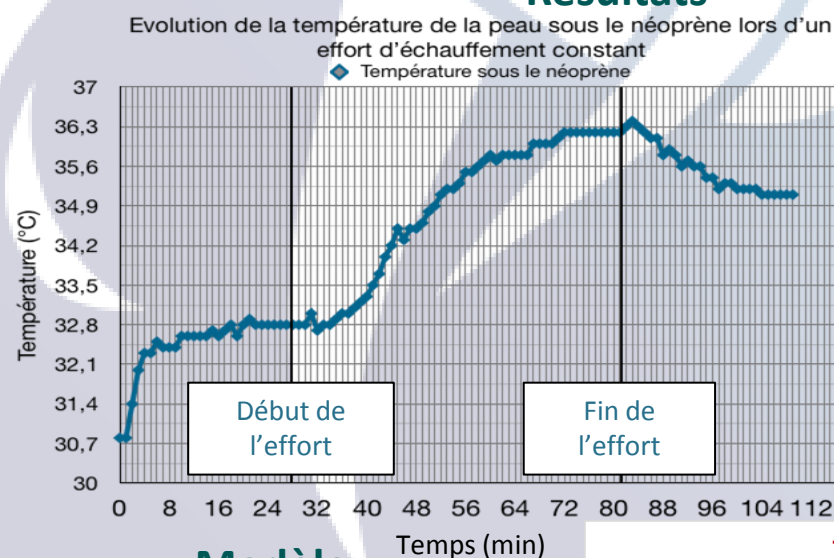


Boîtier de lecture

Néoprène et sonde de mesure

- Effort d'une puissance de 100W sur un **vélo pendant 53min** : arrêt de l'effort quand la température se stabilise
- **Mesure locale** avec un thermocouple : prise d'une **mesure toutes les minutes** avec le thermocouple fixé sous le néoprène

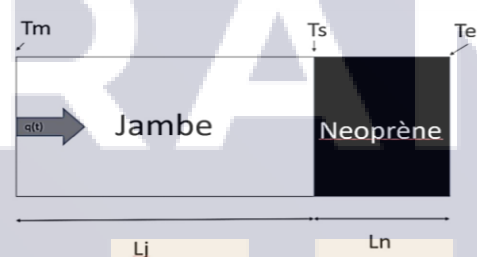
## Résultats



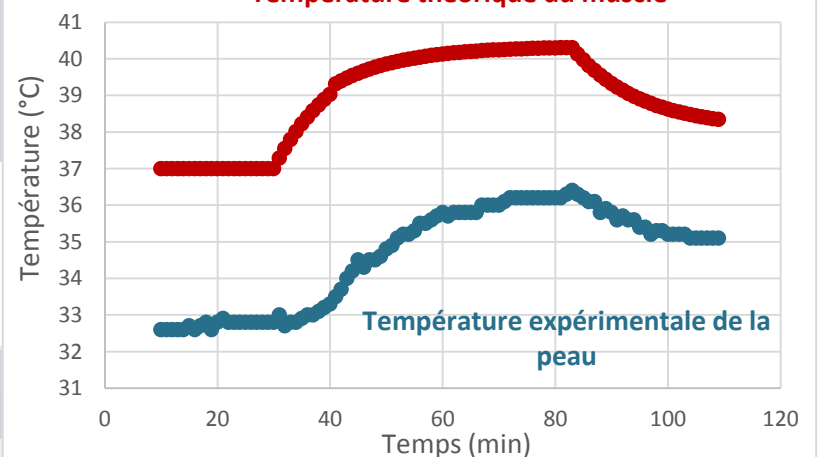
- Stabilisation de la température avant l'effort
- Trois phases pendant l'effort : courte stagnation, croissance puis stabilisation
- Décroissance exponentielle de la température après l'effort

## Modèle

- **Modèle physique** en cours d'élaboration pour déterminer la **température au cœur du muscle** à partir de la température de la peau



## Température théorique du muscle



## Conclusion

- Affiner et confirmer le modèle pour relier la température au cœur du muscle et à la surface
- Etablir un protocole systématique pour déterminer les constantes liées à chaque individu
- Un thermomètre de validation d'échauffement ?
- Mettre en place un capteur connecté et un logiciel assurant un suivi en direct des températures des joueurs

