

**ANNALES**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ LINNÉENNE**  
DE LYON

---

*Année 1899*

—  
(NOUVELLE SÉRIE)  
—

TOME QUARANTE - SIXIÈME

---

LYON  
H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR  
36, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU  
MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

PARIS  
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, ÉDITEURS  
119, RUE HAUTEFEUILLE

—  
1900

### Recherches sur le fonctionnement musculaire comparé chez la marmotte chaude et chez la marmotte froide.

Par Raphaël DUBOIS.

Valentin a publié en 1862<sup>1</sup> quelques recherches sur l'excitation électrique des muscles et des nerfs et sur les courants musculaires et nerveux, mais il déclare qu'elles n'ont rien montré de plus que ce que l'on obtient avec les grenouilles et n'apprennent rien sur l'hivernation. Malgré cela, il revient sur ce sujet en 1881<sup>2</sup> et donne quelques nouveaux résultats de recherches sur les muscles et les nerfs. En raison de leur température basse, dit-il, les muscles, pendant le sommeil, se contractent plus lentement que ceux de l'animal éveillé, mais moins vite que ceux de la grenouille à la température de 10 à 20 degrés. Il remarque également que pour se tétaniser, les muscles de marmotte en torpeur exigent des interruptions moins rapides que ceux des grenouilles. Enfin, il étudie l'action de l'élévation artificielle de la chaleur sur les nerfs et les muscles. La rigidité des muscles de marmotte en torpeur, séparés du corps, se produit à une température d'environ 50 degrés. La sensibilité des nerfs de la cuisse est détruite à une température sensiblement plus élevée : au bout de deux minutes de séjour dans l'eau à 58 degrés, la sensibilité du nerf sciatique existait encore, ce qui établit une différence entre les animaux à sang chaud hibernants et les animaux à sang froid qui s'engourdissent à une température de 32 à 36 degrés.

On voit que Valentin s'est surtout appliqué à chercher les différences ou les rapports pouvant exister entre les mammifères hibernants et les animaux à sang froid dans le but de jeter quelque lumière sur le mécanisme de l'hivernation.

Les recherches expérimentales que j'ai poursuivies pendant plusieurs années sur les marmottes au point de vue de la thermogé-

<sup>1</sup> Valentin, in Moleschott; mém. X : *Muskelreizbarkeit, Muskeln und Nerven Strom.*

<sup>2</sup> Loc. cit. mém. XXV : *Einige Versuche an Nerven und Muskeln et mém. XXVI, Warmeverhältnisse.*

nèse m'avaient conduit à admettre depuis longtemps que la chaleur produite par les organismes, en particulier dans le système musculaire, ne devait pas être considérée comme un déchet du travail, simplement destiné à être éliminé à la manière des excreta, mais bien au contraire comme une condition de perfectionnement utile et même nécessaire au fonctionnement physiologique<sup>1</sup>.

Beaucoup de faits connus, en dehors de ceux que j'ai signalés, plaident en faveur de cette opinion qui, d'ailleurs, a été adoptée par plusieurs auteurs.

Toutefois, les recherches qui consistent à expérimenter comparativement sur le muscle d'un animal à sang froid et sur celui d'un animal à sang chaud, ou bien encore sur les muscles de ces sujets artificiellement réchauffés ou refroidis, ne me paraissent pas de nature à renseigner exactement sur le véritable rôle de la chaleur dans le fonctionnement musculaire.

J'ai pensé qu'il en serait autrement en comparant, chez un même animal, le fonctionnement d'un muscle normalement et physiologiquement refroidi, avec celui de ce même muscle normalement et physiologiquement réchauffé.

La marmotte se prête admirablement à ce genre de recherche, surtout si l'on a soin d'éliminer les différences qui pourraient tenir à l'insuffisance de l'oxygène ou des matériaux nutritifs dans le sang de la marmotte froide, de l'excès d'acide carbonique, etc.

Sous ce rapport, on se trouvera dans des conditions expérimentales convenables, en étudiant le fonctionnement musculaire comparativement à la moitié et à la fin du réchauffement de réveil, comme nous l'avons fait.

La première série d'exploration sur la marmotte froide a été faite alors que sa température rectale s'élevait de 16 à 18 degrés ; elle était, à ce moment, voisine de celle du laboratoire. La seconde série a été obtenue à la fin du réchauffement, la température rectale étant de 32 à 34 degrés. Il y avait donc entre les deux moments une différence de température d'un nombre double de degrés, soit de 16 degrés environ.

Dans ces expériences, il est nécessaire d'obtenir une immobilité

<sup>1</sup> Etude sur le mécanisme de la thermogénèse et du sommeil chez les mammifères (*Annales de l'Université de Lyon*, 1896).

absolue de l'animal, au moins de la partie postérieure du corps. On y parvient facilement en fixant le sujet sur le ventre sur l'appareil à contention et en pratiquant une section de la moelle dorsale au-dessus de la région médullaire intéressant la calorification<sup>1</sup>.

L'appareil enregistreur se composait d'un fil attaché par une de ses extrémités au tendon sectionné du muscle jumeau-soléaire, se réfléchissant sur une poulie et supportant par son autre extrémité un plateau pour recevoir des poids : un stylet disposé comme dans l'ergographe inscrivait les tracés musculaires.

Le nerf sciatique, mis à nu, était excité par un courant faradique de fermeture et d'ouverture, ou de fermeture seulement, suivant les cas.

Nous avons d'abord cherché à évaluer approximativement la quantité relative de chaleur développée par une excitation déterminée, le plateau du myographe supportant un poids de 240 grammes.

A cet effet, une aiguille thermo-électrique avait été placée dans le muscle du côté excité et l'autre dans le même muscle du côté opposé. Elles étaient reliées à un galvanomètre très sensible de Thompson. La contraction du muscle de la marmotte froide a produit une faible déviation de l'aiguille de 25 à 30 petites divisions, tandis que, après le réchauffement, la déviation a été très brusque et a dépassé la graduation de l'instrument.

Cette constatation ne permet pas de fournir un rapport numérique même approximatif, mais seulement de dire que la quantité de chaleur qui se développe dans les conditions ci-dessus est beaucoup plus forte chez la marmotte chaude que chez la marmotte froide. Le temps perdu ou période latente de contraction, a été trouvé de 0''06 après une première excitation de fermeture et de 0''05 après une seconde chez la marmotte froide, tandis que deux épreuves successives sur la marmotte réchauffée ont donné une valeur de 0''04. Ces chiffres sont un peu élevés par rapport à celui de la grenouille (0''01), mais ils viennent à l'appui de l'opinion de Valentin citée plus haut. Je ne pense pas qu'ils résultent de l'inertie de mon myographe improvisé. En tout cas, on peut affirmer que la

<sup>1</sup> V. loc. cit., chap. XII : *Recherches expérimentales sur le rôle de la moelle dans la calorification, la veille et le sommeil.*

## CHEZ LA MARMOTTE CHAUDE ET CHEZ LA MARMOTTE FROIDE 105

période latente est d'un tiers environ plus courte chez la marmotte chaude que chez le même animal froid.

La durée de la période d'activité croissante a été de 0''24 chez la marmotte froide et de 0''12 chez la marmotte chaude; celle de la période d'activité décroissante de 1''08 chez la première et de 0''36 chez la seconde.

Le tétanos a été produit avec dix excitations par seconde seulement chez le sujet réchauffé, il en avait fallu vingt-huit avant le réchauffement.

Le travail musculaire a été étudié, en provoquant une contraction avec une même excitation de fermeture à des intervalles égaux suffisants pour ne pas provoquer trop de fatigue, et en chargeant le plateau de poids successivement croissants.

Le tableau suivant donne les chiffres obtenus :

### *Marmotte froide.*

	POIDS SOULEVÉS	HAUTEUR	MILLIGRAMMÈTRES
1°	240 gr.	9 mm	2160
2°	340	12	4080
3°	440	16	7020
4°	540	14	7560
5°	640	manqué	
6°	740	11	8140
7°	840	manqué	
8°	940	8	7520
9°	1040	7	7280
10°	1140	5	5700

### *Marmotte réchauffée.*

1°	240	17	4080
2°	340	manqué	
3°	440	21	9240
4°	540	manqué	
5°	640	23	14.720
6°	740	28	20.720
7°	840	27	22.680
8°	1040	23	23.926
9°	1140	20	22.800

Les courbes de fatigue montrent que le muscle de la marmotte chaude se fatigue beaucoup plus vite que celui de la marmotte

froide ; c'est ce qu'on observe sur le muscle cardiaque complètement détaché et abandonné à lui-même.

On peut résumer de la façon suivante les résultats des recherches ci-dessus :

1° Le temps perdu de la contraction musculaire est d'un tiers plus court chez la marmotte chaude que chez la marmotte froide ;

2° La durée de la période d'activité croissante est, ainsi que la période d'activité décroissante, moitié plus courte que chez la marmotte chaude ;

3° La téτανisation s'obtient avec un nombre d'excitations trois fois moindre pour la marmotte chaude ;

4° La puissance de travail est très élevée chez la marmotte chaude qui peut non seulement soulever des poids plus lourds, mais encore les élever à une plus grande hauteur. L'optimum des poids soulevés est dix fois plus fort chez la bête chaude ;

5° Le muscle de la bête froide dégage moins de chaleur pour une même excitation et un même poids soulevé ;

6° La fatigue musculaire se produit beaucoup plus vite dans le muscle de la marmotte chaude que dans celui de la marmotte froide.

Ces expériences montrent nettement que la chaleur constitue une condition physique du milieu intérieur favorable au développement de la puissance du travail musculaire.

**Recherches de calorimétrie animale  
et Examen critique des travaux de M. U. Dutto  
sur l'hivernation de la Marmotte.**

Par Raphaël DUBOIS.

M. U. Dutto a publié dans les *Archives italiennes de biologie*, en 1897 et 1898<sup>1</sup>, des recherches expérimentales et des vues

<sup>1</sup> Quelques recherches calorimétriques chez une marmotte (*Arch. ital. de biol.*, XXVI, p. 210, 1897); et Recherches de calorimétrie animale (*ibid.*, XXX, fasc. I, 1898).