

THÈSES

présentées

A LA FACULTE DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITE DE PARIS

Pour obtenir le titre de Docteur 3ème Cycle

SPECIALITE : Physiologie de la Nutrition

par

Jean CROS

1ère THÈSE : Mesures conjointes de la perspiration
insensible et de la température cutanée
chez l'homme.

- Influence de l'état constitutionnel du
repas et du sommeil.

Soutenues le juin 1961 devant la Commission d'Examen

Pr. Mlle R. Le BROTON Président

Mlle G. HEIL }
M. R. JACQUOT } Examinateurs

- TABLE des MATIERES -

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	2
METHODES	
Chapitre I - Etat actuel des connaissances sur la thermolyse chez l'homme	3
Chapitre II - Conditions expérimentales	30
RESULTATS	
Chapitre I - Etude de la perspiration insensible	43
Chapitre II - Etude de la température cutanée	58
Chapitre III - Dépense calorifique totale dans l'obésité	75
DISCUSSION	79
CONCLUSIONS	84
BIBLIOGRAPHIE	87

*

* *

I N T R O D U C T I O N

1°) Ce travail étudie les modalités de la thermolyse chez l'homme suivant l'état constitutionnel, nutritionnel, émotif et sous certaines influences pathologiques et pharmacodynamiques.

- Son but est d'élucider les processus grâce auxquels l'organisme peut modifier son émonctoire thermique et donc d'ajuster sa thermolyse à sa thermogénèse. Plus spécialement, il est consacré à l'étude de la thermolyse dans les états d'obésité constitutionnelle. En effet, il semble bien que, dans certains états, l'organisme ait une capacité à réduire ses dépenses caloriques, phénomène qui implique la possibilité de réduire la thermolyse.

- Réaliser un équilibre avec une ration calorique réduite postule une possibilité de réduction de la thermolyse.

2°) Les facteurs susceptibles de modifier le rapport des pertes par vaporisation et par thermolyse directe (rayonnement, convection, conduction) sont partiellement connus : température extérieure, humidité relative, pression. Par contre, les facteurs morphologiques, nutritionnels, endocriniens, émotionnels, le sont beaucoup moins.

3°) Grâce à des méthodes de mesure nouvelle donnant directement les pertes d'eau par vaporisation, et à l'enregistrement simultané de diverses températures cutanées, nous avons pu poursuivre une telle étude avec une relative simplicité.

M E T H O D E S

Chapitre I

1°) Etat actuel des connaissances sur la thermolyse chez l'homme.

Nous distinguerons la thermolyse par vaporisation et la thermolyse que nous appellerons directe pour simplifier, et qui comprend les pertes caloriques par radiation, convection, conduction.

A) Thermolyse directe -

i) Radiation.

On peut définir la thermolyse par radiation comme étant un transport d'énergie thermique de la surface du corps vers le milieu ambiant au moyen de rayons infra-rouges (de longueur d'ondes comprises entre 3 et 15 microns avec une émission λ maxima^s 9 microns). En effet, un corps plus chaud que le milieu ambiant y émet des rayons infra-rouges. Environ 60 % de la thermolyse s'effectue par ce processus, à 29°C. le sujet étant nu (53). La peau se comporte en effet comme un corps noir. Elle ne réfléchit pas le rayonnement qu'elle reçoit des régions chaudes sous-jacentes, elle l'absorbe en totalité, elle le restitue en émettant à une longueur d'onde dépendant de sa température, conformément à la loi de déplacement de WIEN :

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{max.}} T &= \text{Constante} \\ \text{ou } \lambda_{\text{max.}} &= \text{Longueur d'onde du maximum d'émission (en } \mu) \\ T &= \text{Température absolue (}^{\circ}\text{K) de la source.} \end{aligned}$$

- En fait, la peau n'est pas un corps ^{noir} parfait et identique pour toutes les longueurs d'onde.

L'émissivité et la réflectivité d'un corps donné quelconque^x sont liées entre elles et avec l'émissivité d'un corps noir n par la relation suivante :

- $e_x = e_n (1 - R)$
- ou e_x = émissivité d'un corps donné x ou pouvoir radiant de x
- e_n = émissivité d'un corps noir n ou pouvoir radiant du corps noir
- R = réflectivité du corps donné x

La peau humaine est un vrai corps noir, c'est-à-dire ne réfléchit pas l'Infra-rouge pour les longueurs d'ondes supérieures à 5μ . Par contre, elle réfléchit une certaine fraction du rayonnement visible (jusqu'à 50 %) pour les longueurs d'ondes comprises entre 0,6 et $0,7 \mu$, c'est-à-dire dans le jaune et le rouge (coloration de la peau des races blanches) (35).

En pratique, dans nos conditions expérimentales (à l'abri du soleil et dans une enceinte non rayonnante) la peau peut être considérée comme un corps noir et on peut lui appliquer directement la loi de STEPHAN-BOLTZMANN simple.

$$R' = s_0 e_w (T_s^4 - T_w^4)$$

R' = échange par radiation en $\text{cal}/\text{m}^2/\text{H}$.

s_0 = constante universelle de rayonnement =
 $1,37 \times 10^{-12} \text{ cal}/\text{m}^2/\text{H}$.

e_w = émissivité (comprise entre 0 et 1).

T_s = température absolue de la peau (K°)

T_w = température absolue des surfaces ambiantes (K°)

Il faut ensuite, pour la perte calorique totale par radiation, faire intervenir la surface rayonnante du corps, qui n'est pas la surface totale et varie selon l'attitude, et ^{un} certains nombre de facteurs (pilosité, horripilation, squames, etc ...).

Les valeurs de la surface rayonnante ont été définies de façon expérimentale (62,63) par deux groupes de chercheurs WINSLOW et GAGGE (1936) d'une part, NELSON, HORVATH et EICHNA (1946) (51) d'autre part, les uns travaillant à convection constante, les autres à

radiation constante. Les surfaces de base étaient, dans les deux cas, calculées à partir des abaques de AUB-DUBOIS. Ces auteurs trouvent :

Surface rayonnement (Sr)	Surface du Corps A (DUBOIS)	$\frac{Sr}{A}$	
1,58	2,13	0,74	
1,11	2,19	0,75	($\frac{65}{66}$) (WINSLOW et GAGGE)
et		1,01	
		0,83	($\frac{51}{61}$) (NELSON, HORVATH, EICHNA)

- Notons que, dans le cas d'échange par radiation en présence de rayonnement solaire ou ambiant, on doit tenir compte d'une source de chaleur supplémentaire. L'équation devient alors :

$$R_t = R_w + R_s \quad \text{ou} \quad R_t = \text{Radiation totale}$$

R_w = Radiation en provenance des sources à température basse (voir ci-dessus).

R_s = Radiation en provenance directe ou indirecte des sources à température haute.

L'équation exprimant R_s et trouvée par HARDY et STROLL (34) en 1954, est la suivante :

$$R_s = S'r I_o + \alpha I_o + \beta I_o$$

ou Sr' = Surface exposée au rayonnement solaire (0,25 m² le plus souvent).

α = Coefficient de réflexion par le sol.

β = Coefficient de diffusion par le ciel.

I_o = Rayonnement solaire arrivant au sol en cal/m²/H.

Le gain de chaleur maxima apporté par R_s dans ce cas est d'environ 200 cal/m²/H.

En conclusion - La peau se comportant comme un corps noir perd, par radiation, une quantité de chaleur entièrement déterminée par la loi de BOLTZMANN, c'est-à-dire que cette perte calorique dépend de la température cutanée et de la température de l'enceinte absorbante, du reste en général complexe, comme la surface radiante elle-même.

ii) Convection.

La perte de chaleur par convection est le résultat d'un transfert d'énergie par les molécules d'air venant au contact du corps et allant dissiper leur énergie calorique dans l'atmosphère ambiante. Ce phénomène n'est en fait pas simple car il existe immédiatement au contact de la peau une couche d'air qui constitue un microclimat, couche d'air de 1 à 2 centimètres d'épaisseur à l'intérieur de laquelle vont avoir lieu les phénomènes de convection. Ce microclimat dépend beaucoup des vêtements, de l'humidité et de la vitesse des courants d'air. On arrive à mesurer la perte par convection par calorimétrie fractionnée. Du BOIS et coll. (24) trouvent pour le sujet nu; dans les conditions basales dans un calorimètre à 22°C 7, une perte de 15 % par convection. Le phénomène de convection peut être décomposé en deux éléments :

a) Une conduction entre la couche limite micro-climat cutanée/air ambiant. Cette diffusion de chaleur a été mise en équation par BÜTTNER (17) (1938) :

$$L = \alpha (t_s - t_a) \quad \text{ou} \quad L = \text{Conduction à travers la couche limite en cal/m}^2/\text{H.}$$

D = Epaisseur de la couche limite en centimètres.

α = Conductivité thermique de l'air (2 cal/m²/H/°C/cm.

t_s = température de la peau.

t_a = température ambiante.

b) Une action de convection au-delà de la couche limite, les équations empiriques voisines pour l'homme nu, ont été établies par WINSLOW, HERRINGTON et GAGGE (1936) (62, 63, 64) à vitesse d'air nulle, c'est-à-dire à convection libre :

$$C = (3 + 16 \sqrt{V}) t_s - t_a$$

ou V = Vitesse de l'air en m/sec

t_s = température de la peau

t_a = température de l'air

C = Convection en cal/m²/H/°C

et par NELSON, EICHNA, HORVATH et SHELLEY (51), en 1946, à vitesse d'air élevée :

$$C = 7,5 \sqrt{V} (t_s - t_a)$$

ou V = Vitesse de l'air en m/sec

t_s = température de la peau

t_a = température de l'air

C = Convection en cal/m²/H/°C

En conclusion - La perte par convection dépend donc :

- 1) de la vitesse du courant d'air dans l'enceinte dans laquelle est placé le corps,
- 2) de la différence de température entre la peau et cette enceinte,
- 3) de la nature de la couche d'air juxta-cutanée constituant la première étape de la convection.

iii) Conduction.

On entend par conduction le phénomène par lequel la chaleur passe d'un corps à un autre avec lequel il est en contact, ou bien passe des parties chaudes aux parties froides d'un même corps sans

que les positions relatives des molécules soient changées (44).

La perte par conduction implique donc un contact ; pour l'homme debout, le contact avec le sol est négligeable ; pour l'homme couché sur le sol, le facteur conduction est très important. L'équation fondamentale de la conduction de chaleur dans un état stable est de la forme :

$$H_d = \frac{K.A. (T_2 - T_1)}{d} \times t \text{ cal. ou}$$

H_d = quantité de chaleur conduite

K = constante de conductivité thermique dépendant du matériel

A = Aire des surfaces conductives

T_2 et T_1 = températures des surface chaudes et froides

t = temps

d = épaisseur du conducteur

Quatre mesures sont nécessaires selon J.D. HARDY (35) pour mesurer la perte de chaleur par conduction quand un état stable de débit de chaleur a été atteint :

- a) la température cutanée sur l'aire de peau en contact avec le milieu conducteur,
- b) la surface cutanée A en contact avec le milieu conducteur,
- c) l'épaisseur d du conducteur,
- d) la température du milieu conducteur

CONCLUSION :

Ainsi, la thermolyse directe dépend essentiellement de 3 séries de facteurs :

- 1°) de la différence de température entre la peau et l'enceinte absorbante,
- 2°) de la nature de la surface radiante,
- 3°) de la nature de l'enceinte absorbante.

L'analyse fine de chacun de ces facteurs est d'une extrême complexité. Pour le calcul des dépenses caloriques estimées en Cal/m²/H. ce n'est pas la surface brute qui importe, c'est la surface radiante active qui dépend de la géométrie du corps, de l'attitude et du pouvoir radiant de divers secteurs cutanés. Par des mesures qui leur donnaient une estimation de l'énergie perdue par radiation, en appliquant la formule de STEPHAN-BOLTZMANN rapportée plus haut, BOHNENKAMP et PASQUAY (9) obtinrent la surface active suivante pour le même homme :

- accroupi, encerclant ses genoux avec ses bras	0 m ² , 615
- au garde-à-vous	1 m ² , 390
- debout, bras et jambes écartés	2 m ² , 450

Nous verrons, avec l'étude expérimentale de la thermolyse, que les modalités de radiation de la peau, par rapport aux lieux de production de chaleur, varient suivant l'épaisseur de la couche graisseuse sous-cutanée.

B) Perte calorique par évaporation -

α) Conditions -

La perte calorique par évaporation nécessite la vaporisation de l'eau perdue par perspiration insensible et par sudation. Elle n'est possible que si toute l'eau s'évapore, donc il ne faut pas qu'il y ait ruissellement d'une part et, d'autre part, il faut que

le gradient de pression de vapeur d'eau entre la couche limite au contact direct avec la peau, et l'atmosphère ambiante permettent une telle évaporation. D'après E.F. Du BOIS, la thermolyse par vaporisation constitue de 25 à 30 % de la thermolyse totale dans des conditions basales et à une température extérieure de 28°C.

β) Le pouvoir évaporatoire de l'air ambiant a été évalué chez l'homme par NELSON, EICHNA, HORVATH et SHELLY (1946). Ils ont écrit l'équation expérimentale suivante : $E = 10,2 V^{0,37} (P_s - P_a)$, dans laquelle

E = évaporation en $\text{Cal/m}^2/\text{H}$.

P_s = Pression de la vapeur d'eau saturante à la température de la peau.

P_a = Pression de la vapeur d'eau dans l'air ambiant à la température de l'air.

V = Vitesse de l'air en m/s.

GAGGE et coll., en 1937, avaient établi une équation expérimentale de même type : $E = 2,8 \left(1 + \frac{V}{2,35} \right) (P_s - P_a)$.

γ) Discussion sur la chaleur de vaporisation :

Facteurs influant sur le coefficient de vaporisation de l'eau :

La chaleur fournie par l'évaporation d'un g. d'eau à la surface de la peau est la résultante de trois opérations successives qui exigent toutes les trois de la chaleur (J.D. HARDY) :

- 1) La chaleur latente de vaporisation pour passer de l'état liquide à l'état de vapeur.
- 2) La chaleur absorbée pour le refroidissement ^{de la vapeur} de la température de la peau à la température de l'air.
- 3) La chaleur d'expansion isothermique.

Ce sont les études réalisées dans le calorimètre du Russel Stage Institute of Pathology qui ont permis de mesurer correctement la chaleur totale fournie par l'évaporation d'un gramme d'eau à la surface de la peau. Cette mesure a été mise en équation sous la forme suivante :

$$H = L + T \text{ moy. } (\psi_2 - \psi_1) + 0,1104 T_o l_n \frac{1}{H.R.}$$

dans laquelle :

H = Perte de chaleur totale en calories

L = Chaleur latente de vaporisation

T moy. = Moyenne de la T° absolue = $\frac{T_e + T_s}{2}$

(T_s = T° absolue de la peau)

(T_e = T° absolue du milieu)

ψ_2 = Entropie du ^{systeme} liquide + vapeur) à la T° de la pièce

ψ_1 = Entropie du ^{systeme} liquide + vapeur) à la T° de la peau

0,1104 = Constante

T_o = Température absolue du milieu

l_n = logarithme népérien

$\frac{1}{H.R.}$ = Inverse de l'humidité relative exprimée en %

C'est pour tenir compte de l'observation de MURLIN et BURTON (46), qui, les premiers, montrèrent que l'emploi du facteur 0,584 (chaleur latente de vaporisation d'un g. d'eau à 22°C) n'était pas correct dans toutes les circonstances, que nous avons calculé ces tables de correction suivantes dont les valeurs extrêmes sont :

H = 0 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$ 5841 pour 100 % d'HR T° de la peau 29°C et T° de l'air 25°C.

et

H = 0 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$ 6496 pour 20 % d'HR T° de la peau 35°C et T° de l'air 17°C.

(TABLEAUX p. 11/1, 11/2, 11/3)

.../

Valeur en Calories de la chaleur fournie par l'évaporation
d'un gramme d'eau dans des conditions variables.

TEMPERATURE de la PEAU	TEMPERATURE de l'AIR	HUMIDITE RELATIVE				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
35°	17°	0,595	0,602	0,611	0,624	0,649
34°	17°	0,594	0,601	0,611	0,624	0,648
33°	17°	0,594	0,601	0,610	0,623	0,648
32°	17°	0,593	0,601	0,610	0,623	0,647
31°	17°	0,593	0,600	0,610	0,622	0,646
30°	17°	0,593	0,600	0,609	0,622	0,646
29°	17°	0,592	0,599	0,608	0,621	0,645

35°	18°	0,594	0,601	0,610	0,623	0,648
34°	18°	0,593	0,600	0,609	0,623	0,647
33°	18°	0,593	0,600	0,609	0,622	0,647
32°	18°	0,592	0,600	0,609	0,622	0,646
31°	18°	0,592	0,599	0,608	0,621	0,645
30°	18°	0,591	0,599	0,608	0,621	0,645
29°	18°	0,591	0,598	0,607	0,620	0,644

35°	19°	0,593	0,600	0,609	0,622	0,647
34°	19°	0,592	0,599	0,608	0,621	0,646
33°	19°	0,592	0,599	0,608	0,621	0,646
32°	19°	0,591	0,599	0,608	0,621	0,645
31°	19°	0,591	0,598	0,607	0,620	0,644
30°	19°	0,590	0,598	0,607	0,620	0,644
29°	19°	0,590	0,597	0,606	0,619	0,643

TEMPERATURE de la PEAU	TEMPERATURE de l'AIR	HUMIDITE RELATIVE				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
35°	20°	0,592	0,599	0,608	0,621	0,646
34°	20°	0,591	0,598	0,607	0,620	0,645
33°	20°	0,591	0,598	0,607	0,620	0,645
32°	20°	0,590	0,598	0,607	0,620	0,644
31°	20°	0,590	0,597	0,606	0,619	0,643
30°	20°	0,589	0,597	0,606	0,619	0,643
29°	20°	0,589	0,596	0,605	0,618	0,642

35°	21°	0,591	0,598	0,607	0,620	0,645
34°	21°	0,590	0,597	0,606	0,619	0,644
33°	21°	0,590	0,597	0,606	0,619	0,644
32°	21°	0,589	0,597	0,606	0,619	0,643
31°	21°	0,589	0,596	0,605	0,618	0,642
30°	21°	0,588	0,596	0,605	0,618	0,642
29°	21°	0,588	0,595	0,604	0,617	0,641

35°	22°	0,582	0,597	0,606	0,619	0,644
34°	22°	0,589	0,596	0,605	0,618	0,643
33°	22°	0,589	0,596	0,605	0,618	0,643
32°	22°	0,588	0,596	0,605	0,618	0,642
31°	22°	0,588	0,595	0,604	0,617	0,641
30°	22°	0,587	0,595	0,604	0,617	0,641
29°	22°	0,587	0,594	0,603	0,616	0,640

TEMPERATURE de la PEAU	TEMPERATURE de l'AIR	HUMIDITE RELATIVE				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
35°	23°	0,589	0,596	0,605	0,618	0,644
34°	23°	0,588	0,595	0,604	0,617	0,642
33°	23°	0,588	0,595	0,604	0,617	0,642
32°	23°	0,587	0,595	0,604	0,617	0,641
31°	23°	0,587	0,594	0,603	0,616	0,640
30°	23°	0,586	0,594	0,603	0,616	0,640
29°	23°	0,586	0,593	0,602	0,615	0,639

35°	24°	0,588	0,595	0,604	0,617	0,643
34°	24°	0,587	0,594	0,603	0,616	0,642
33°	24°	0,587	0,594	0,603	0,616	0,641
32°	24°	0,586	0,594	0,603	0,616	0,640
31°	24°	0,586	0,593	0,602	0,615	0,639
30°	24°	0,585	0,593	0,602	0,615	0,639
29°	24°	0,585	0,592	0,601	0,614	0,638

35°	25°	0,587	0,594	0,603	0,616	0,641
34°	25°	0,586	0,593	0,602	0,615	0,640
33°	25°	0,586	0,593	0,602	0,615	0,640
32°	25°	0,585	0,593	0,602	0,615	0,639
31°	25°	0,585	0,592	0,601	0,614	0,638
30°	25°	0,584	0,592	0,601	0,614	0,638
29°	25°	0,584	0,591	0,600	0,613	0,637

C) Facteurs accessoires de la thermolyse -

Le bilan de la thermolyse chez l'homme par 24 heures peut s'établir ainsi d'après BEST et TAYLOR (8) :

	<u>Cal.</u>	<u>%</u>
a) Chaleur perdue par la peau par rapport à l'ambiance	2.000	70
b) Chaleur perdue par le poumon et la peau n' vapeur d'eau	810	27
c) Chaleur perdue par réchauffement de l'air inspiré	60	2
d) Chaleur perdue pour le réchauffement des ingesta (Boissons, aliments) pour le refroidissement des excréta (urines, fèces, larmes ...)	30	1
	<hr/> 3.000	<hr/> 100

Nous avons en conclusion négligé les facteurs accessoires de la thermolyse et nous nous sommes essentiellement attachés à la mesure des pertes par vaporisation ainsi qu'à celle de la température cutanée dans des conditions standards.

D) Facteurs externes influant globalement sur la thermolyse -

Les facteurs externes sont en général étroitement dépendants les uns des autres. Ils ont été étudiés de façon expérimentale chez les animaux et, quelquefois, chez l'homme, mais dans des limites beaucoup moins extrêmes.

1) Pression atmosphérique : Déjà l'influence de la pression atmosphérique sur la perspiration insensible avait été étudiée chez l'homme par Carl MULLER et coll. (1911) (50). Ils avaient enregistré les pertes par perspiration insensible à Berlin et au sommet du mont Rose en Suisse, sans trouver de changement notable.

Des expériences de même type réalisées par PI-SUNER en enregistrant la perspiration insensible à Paris et à Mexico, soit une différence de pression de 200 mm. d'Hg environ, ne montraient pas de différence sensible. PI-SUNER, également sur le lapin, avec des pressions atmosphériques toujours inférieures à 588 mm de Hg, a obtenu des pertes de perspiration insensible de 0,70 à 1 g./kg/H., chiffres parfaitement normaux au niveau de la mer. A la suite de ces résultats, le même auteur a étudié la perspiration insensible sur des animaux soumis, en chambre, à des pressions d'environ 200 mm d'Hg, et il a observé des résultats égaux à ceux obtenus au niveau de la mer.

2) Humidité relative : Enfin les travaux plus récents de F.C. HALE, R.A. WESTLAND, C.L. TAYLOR (33), en vue de déterminer la dépendance de la perspiration insensible chez l'homme envers les pressions atmosphériques et les pressions de vapeur d'eau, ont porté sur 2 sujets humains, nus, exposés à des pressions barométriques de 760, 506 et 253 mm d'Hg en combinaison avec des pressions de vapeur d'eau de 6, 16 et 26 mm d'Hg. La température de la chambre d'expérience fut gardée constante à 28°C et la vitesse de courant d'air mesurée à son niveau très faible. Dans de telles conditions, les sujets ne suaient pas et la perte de poids fut mesurée directement. Au moyen d'une technique qui plaçait successivement les 2 sujets dans les conditions précitées en les faisant varier les unes par rapport aux autres, il a été trouvé que la perte de perspiration insensible chez un sujet qui ne sue pas, est inversement proportionnelle à la fois, à la pression barométrique et à la pression de vapeur d'eau. Cette étude confirme l'hypothèse selon laquelle la perspiration insensible dépendrait de facteurs physiques. Elle paraîtrait en contradiction avec les travaux cités plus haut si on ne tenait compte de la température qui fut gardée constante, alors qu'elle était variable dans les expériences antérieures.

L'humidité relative seule a une influence très supérieure à celle de la pression atmosphérique. PI-SUNER (55) a enregistré la perspiration insensible par kg et par heure du lapin placé soit en

chambre à ambiance humide, soit en chambre à ambiance sèche. Il a trouvé les résultats suivants en centigrammes/kg/H., moyenne de 6 observations :

Air humide = 37,05 Air sec = 86,93

Les effets des ambiances très humides ou très sèches ont été étudiés chez l'homme, légèrement vêtu, par P.F. IAMPIETRO et R. BUSKIRK (39) sur les échanges de chaleur en totalité. Leur expérimentation a porté sur 6 jeunes hommes en bonne santé, légèrement vêtus, exposés à différentes combinaisons de facteurs ; courant d'air de 1 à 10 m/heure, température entre 5 et 10°C et humidité relative entre 30 et 100 %. Les températures cutanées et rectales ainsi que la consommation d'O₂ ont été mesurées. Les résultats montrent que l'humidité relative n'a pas d'effet sur les réponses physiologiques mesurées quoique le vent et la température au thermomètres sec aient des effets prononcés. Ces résultats ressemblent à ceux trouvés lorsque les hommes étaient exposés nus et indiquent que, dans les conditions de la chambre d'expérience, il y a une légère implication de l'humidité sur l'efficacité de la vêtue. RANBOURN aussi a été incapable de démontrer la différence physiologique que l'on peut attribuer à l'humidité relative quand un homme habillé était exposé à une température ambiante de 2°C avec une humidité relative de 50 à 85% pendant 100 minutes.

3) Température ambiante :

a) Seuil de perception calorique des récepteurs cutanés.

En premier lieu, pour que les mécanismes de la thermolyse soit mis en jeu, il convient que l'organisme soit renseigné sur la température ambiante, c'est ce fait que F.G. EBAUGH et R. THAUER (28) ont essayé de déterminer avec ~~l'insuffisance~~ l'influence des ambiances à température variable sur les seuils de perception à la chaleur et au froid. Ces seuils sont de l'ordre - 0,25 ± 0,061 millicalories cm²/sec pour des températures entre 16 et 24°C, et - 0,67 ± 0,073 millical/cm²/sec entre 35 et 40°C. Les seuils à la chaleur étant de l'ordre

de $0,32 \pm 0,08$ millical/cm²/sec, les auteurs mettent en évidence, d'une façon indirecte, que l'élévation des seuils au froid dans les températures ambiantes plus hautes était associée à une vaso-dilatation des vaisseaux sanguins de la peau.

b) Réaction de la peau à des changements locaux de température :

Tandis que la température du corps mesurée dans la bouche ou dans le rectum ne subit que des variations maxima de l'ordre de 1,5°C malgré des variations de température extérieure de 20°C (de 24 à 44°). La température de surface de la peau est plus variable, sa valeur moyenne (25 points chez 504 sujets normaux) trouvée par J.W.H. MALI (47) est de 33,10°C et par BENEDICT (4) 13 points sur 1 sujet de 33,5°C. On trouvera dans les tableaux suivants les différentes températures cutanées d'un sujet nu resté couché pendant 20 minutes dans une pièce à 22,8°C et ayant une température rectale de 37,25°C, BURTON (1934) (14).

Région	Température cutanée à °C	Région	Température cutanée à °C
Front	33°40	Biceps	32°85
Clavicule	33°60	Paume de la main	32°85
Poitrine	32°75	Genou	32°35
1 pouce au-dessus de l'ombilic	34°20	Mollet	32°20
Région apex cardiaque	33°30	Plante du pied	30°20
Région lombaire	33°30	Gros orteil	30°95

ainsi que les températures cutanées de surfaces choisies chez des sujets normaux à l'état de métabolisme basal dans des températures ambiantes variant de 18° à 34°C avec une humidité relative de 40 %, SHEARD, WILLIAMS, ROTH and HORTON (1939) (59).

Echelle des températures cutanées en °C (*)

Sujet	Température de la chambre en °C	Front	Jambe au-dessous du genou	Doigts	Orteils
A	19°5	32°3 - 32°5	32°1 - 35°	31° - 32-5	18°3 - 18°8
	21°	33° - 33°4	30°9 - 32	31°9 - 35°	20°4 - 23°1
	22°5	33° - 33°8	32°2 - 33°	32°8 - 33°7	24°8 - 26°7
	25°	34°1 - 34°3	33°5 - 33°8	33°9 - 34°0	28°6 - 29°7
	26°	33°3 - 33°7	33°6 - 34°	34°3 - 36°2	31°4 - 32°2
	26°5	34°2 - 34°5	32°9 - 33°5	34° - 35°9	32°5 - 33°3
	28°5	34°6 - 35°	-	34°6 - 35°	34° - 34°7
	34°	35°6 - 36°3	34°8 - 35°2	34°3 - 36°3	35°1 - 35°6
B	18°	32°7 - 33°	29°4 - 31°7	24°0 - 28°1	17°3 - 17°8
	20°	33°5 - 33°8	30°1 - 31°7	27°4 - 29°4	18°1 - 18°7
	20°5	34°2 - 34°7	31°3 - 32°9	31° - 35°1	19°2 - 20°1
	21°	33°5 - 33°8	30°7 - 32°7	28° - 30°5	19°8 - 20°5
	22°5	33°6 - 33°9	31°1 - 32°8	33° - 34°3	21° - 21°4
	23°5	33°3 - 34°2	32°2 - 32°9	30° - 33°5	21°6 - 22°3
	24°5	34°1 - 34°3	30°9 - 33°9	33°1 - 34°7	23°6 - 29°
	25°	35° - 35°3	32°8 - 33°6	35°3 - 36°	28°4 - 30°1
	26°	33°8 - 34°3	32°3 - 34°	33° - 35°2	30°5 - 32°6
	29°	34°5 - 35°1	33°4 - 33°9	34°8 - 35°7	32°7 - 33°6
	32°	35°8 - 36°3	34°7 - 35°6	35°2 - 36°	34°3 - 35°3

Températures cutanées selon la température externe (SHEARD et coll.) (59)

(*) L'échelle des températures cutanées pour chacune des surfaces citées correspond à une période d'observation de 4 à 6 heures.

La peau est un tissu particulièrement tolérant capable de supporter, sans se nécroser, des contacts peu prolongés avec des températures de 55°C et de 0°C, tandis que le corps dans son entier ne peut endurer une élévation prolongée de température au-delà de 41°C, ou une baisse prolongée au-dessous de 20°C (HAMILTON, ENTIN) (34).

Cependant, chez les sujets réfrigérés, la tolérance à la moindre variation de température se réduit beaucoup ; chez un sujet réfrigéré à 10°C, le contact d'un objet à une température de 40°C ou de 0°C brûle la peau (Mc MILLAN et MACHELD (45 bis)).

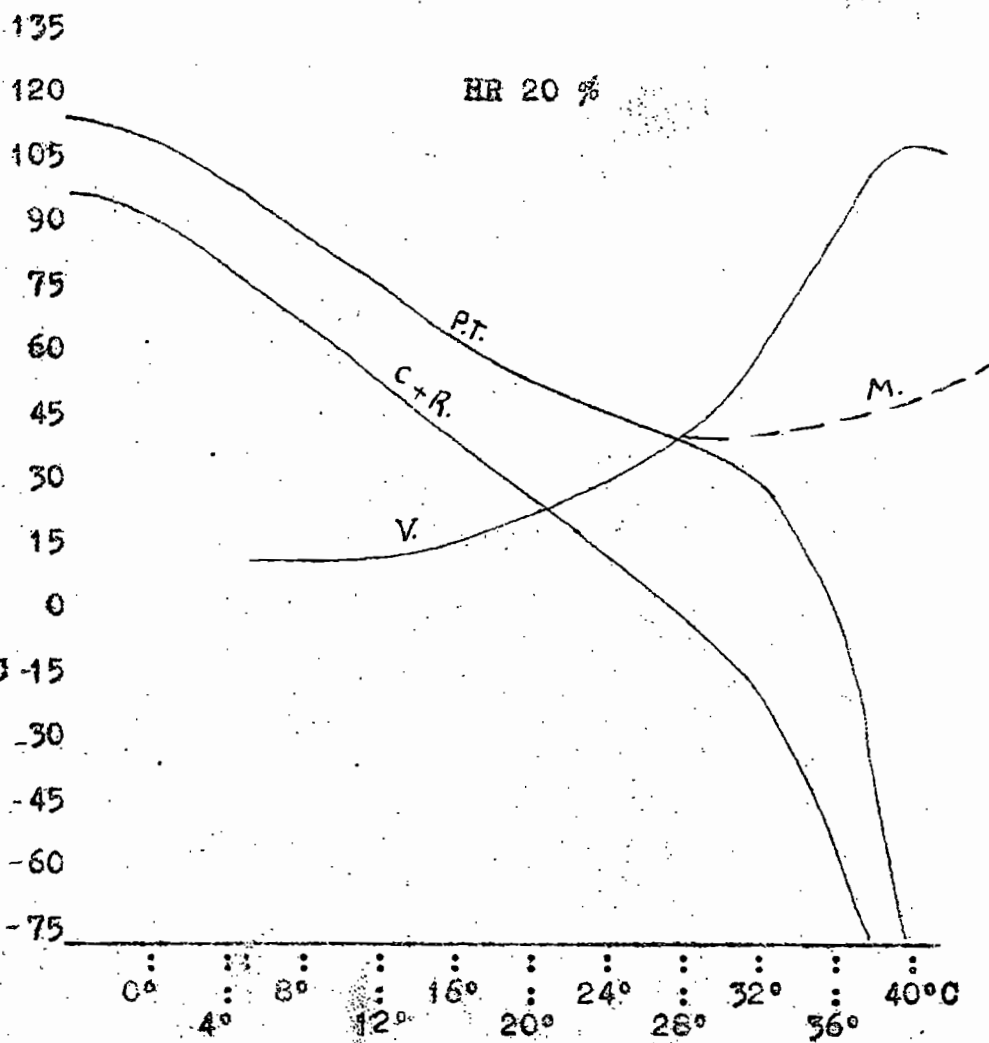
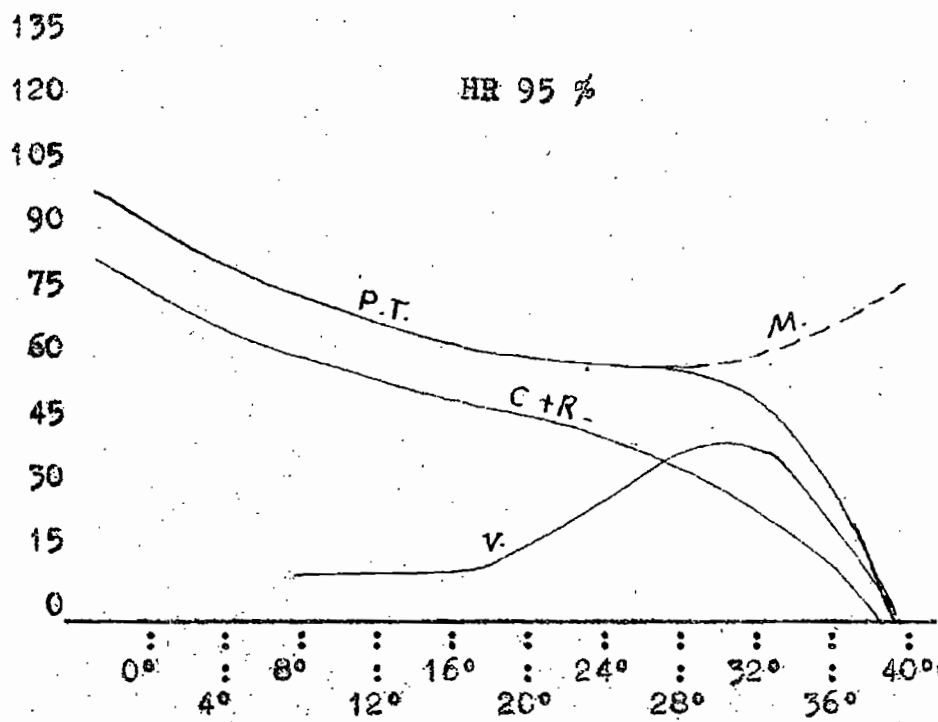
c) Le terme de température effective a été créé par HOUGHTON et YAGLOGLOU (38). La température effective était définie comme "les conditions de température et d'humidité de l'air qui déterminent le transfert de chaleur entre le corps et l'air". Les combinaisons de température, d'humidité et de courant d'air qui produisent la même sensation de chaleur sont appelés thermo-équivalents par les auteurs. Ils concluent que l'échelle des thermo-équivalents n'indique pas seulement la sensation de chaleur mais aussi les conditions déterminant sur le corps les effets physiologiques du froid ou du chaud.

Dans une ambiance chaude, l'homme réagit de la façon suivante E.F. Du BOIS (23). Aussitôt que la température de l'air et des alentours du sujet s'élève à un niveau qui est égal à la température de surface 35°C (95°F), la radiation et la convection cessent leurs fonctions. La vaporisation doit alors assumer la perte de chaleur, grande ou petite. Si l'humidité relative est élevée, la vaporisation est supprimée et la température du corps s'élève, augmentant les possibilités de pertes par radiation.

Pertes caloriques du corps humain habillé au repos en fonction de la température extérieure pour une humidité relative de 95 % et pour une humidité relative de 20 % (A. MISSEBARD, 1931) (49)

Cal/m²/H.

Cal/m²/H.



- P.T. = perte totale
- C + R = perte par convection & radiation
- V = perte par vaporisation
- M = métabolisme.

4) Effets du courant d'air : Les pertes de chaleur du corps dans la zone de température de refroidissement corporel sont grandement influencées par les courants d'air. Les études du Pierce Laboratory of Hygiene indiquent qu'à une température extérieure de 21°-22,5°C, un accroissement de la vitesse du courant d'air de 6 m, 10 à 30 m, 50/minute équivaut approximativement à une chute de température de 4°C. A des températures plus hautes où l'air est à une température plus élevée que la peau, l'augmentation du courant d'air de 6 m, 10 à 61 mètre/minute augmente la chaleur gagnée par convection et augmente la chaleur perdue par évaporation.

A la température d'enregistrement de 34°C, le corps peut s'ajuster lui-même à une humidité relative de 95 %, avec une vitesse de courant d'air de 30 m, 5/minute ; mais une humidité relative de 85 %, avec seulement une vitesse de courant d'air de 5 m, 18/minute. A une température de 39,4°C, ces conditions sont inversées, le corps peut s'ajuster à une humidité relative de 10 % avec une vitesse de courant d'air de 30 m, 5/minute et à une humidité relative de 20 % avec une vitesse de courant d'air de 5 m, 18/minute (SHEARD C.) (58).

En conclusion -

1) Pression atmosphérique, humidité, température, courant d'air, sont les facteurs externes qui, influant sur le thermolyse, règlent la température cutanée et la perspiration insensible.

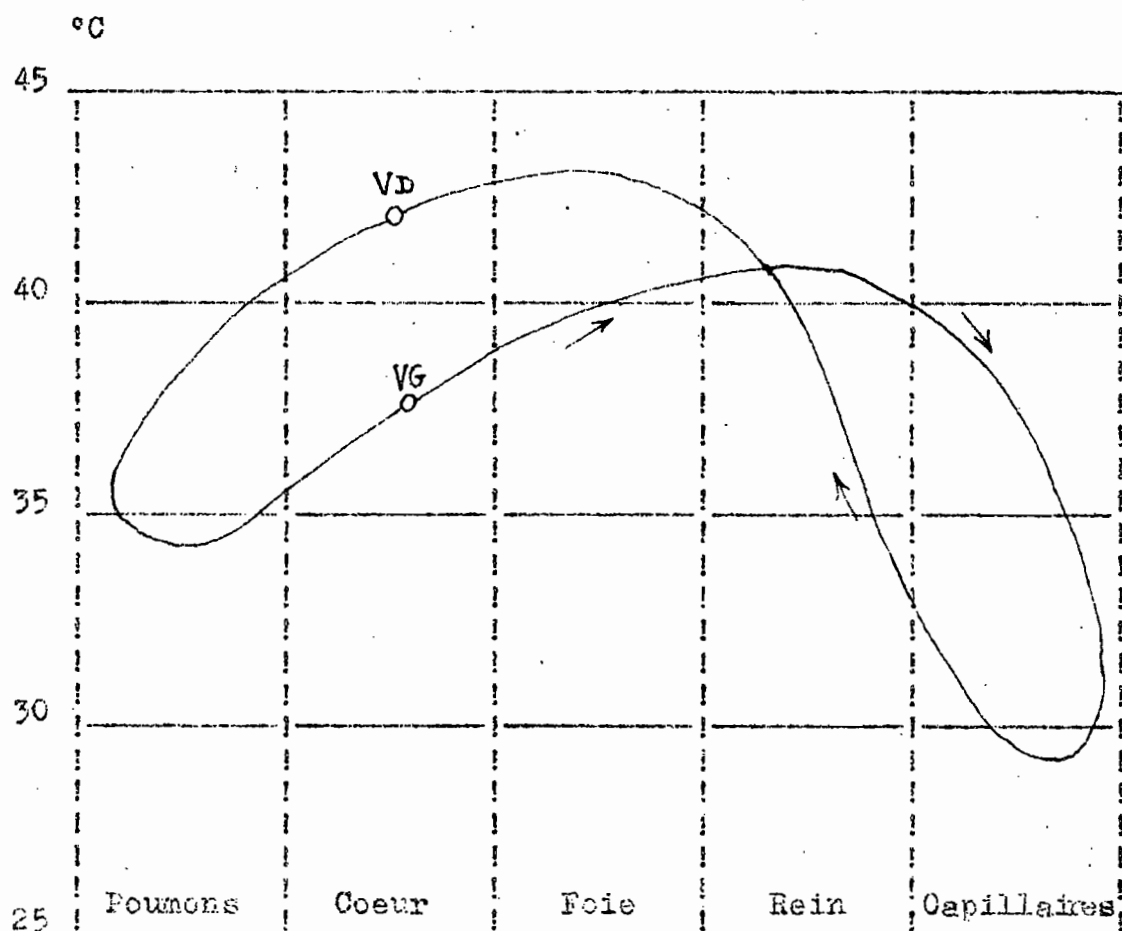
2) La température cutanée apparaît donc comme celle d'un plan sécant du flux thermique allant d'une source chaude à une source froide, à travers des milieux diversement conducteurs, flux avec lequel vient interférer le phénomène de vaporisation de l'eau.

La source chaude est constituée, dans nos conditions expérimentales, par le réchauffement produit par la circulation sanguine cutanée et profonde, par les pertes thermiques des réactions métaboliques locales ; la source froide est constituée par le complexe absorbant la chaleur qui entoure le secteur du corps correspondant. Les conditions de conduction du flux dépendent de la nature des

tissus (musculaires, gras, peau), et de la nature du même climat extérieur.

Il convient d'ajouter que ce système n'est pas passif, que les récepteurs sensoriels thermosensibles cutanés peuvent par voies réflexes, modifier la nature de la source chaude suivant la température cutanée.

E) Facteurs endogènes de la thermolyse :



Température des divers organes (BERGONIE) (7)

Après avoir étudié certains des facteurs conditionnant ce qui constitue en général la source froide, absorbant la chaleur, nous étudierons certains ^{des} facteurs constituant la source chaude émettant la chaleur.

Comme l'ont décrit ASCHOFF et WEIER (3), le corps humain se compose d'un "noyau et d'une "écorce". Le noyau étant constitué par des organes profonds, viscères et muscles squelettiques producteurs de chaleur et l'écorce représentée par la peau et la surface pulmonaire déperditeurs de chaleur.

Cette conception est assez bien reflétée dans le diagramme (page 20) (7). Les valeurs de températures les plus faibles se trouvant dans les capillaires de la circulation générale (peau) dont la vitesse de renouvellement est de beaucoup moins importante que celle des capillaires pulmonaires. Les valeurs les plus élevées étant celles trouvées dans le foie en accord avec les données de Cl. BERNARD, BEST and TAYLOR, LOVATT EVANS ...

Les facteurs internes qui interviennent dans la conservation ou la perte de chaleur dépendent d'une part des réactions du système nerveux autonome :

- i Redistribution du sang
- ii Variation du volume sanguin
- iii Augmentation du débit circulatoire.

et, d'autre part, de la nature de certains tissus :

a) la peau est un organe de structure complexe : l'épiderme en surface, le derme ensuite et, au-dessous, la couche sous-cutanée avec ses annexes : vaisseaux sanguins, canaux lymphatiques et nerfs. C'est la couche épithéliale qui recouvre la peau et lui permet de supporter les atteintes relativement plus sévères que les couches sous-cutanées. L'épiderme est constitué de plusieurs couches de cellules dont la partie fonctionnelle se réduit de la profondeur à la surface. On sait qu'avec les artères, le cartilage, les tendons et la sclérotique, c'est un tissu non ~~vasculaire~~ vascularisé.

L'assise de la peau est constituée par le derme qui est composé de fibres collagènes, réticulées et élastiques, pour garder en permanence sa fonction de support et d'isolant ainsi que la tension normale de la peau. La couche papillaire très vasculaire est la zone de nutrition de l'épiderme sous-jacent, c'est aussi une zone importante de sensibilité tégumentaire. La couche planiforme plus solide est surtout une couche de distribution nerveuse et vasculaire, la couche tendiniforme est la couche de résistance de la peau. (DISCREPIL BAUDRIMONT (15)). L'hypoderme comprend, du point de vue histologique 3 couches : le fascia superficialis, les cônes fibreux et les lobules adipeux : les cônes fibreux verticaux ou obliques permettent un glissement des couches superficielles de la peau sur les tissus sous-cutanés ou les plans sous-jacents. Les pelotons adipeux se mobilisent facilement, nous reviendrons ultérieurement sur leur fonction.

Enfin, les annexes de la peau ou phanères sont des invaginations de l'épithélium cutané comprenant : les poils, les glandes sébacées, les glandes sudoripares et leurs canaux excréteurs. Chaque poil a un mince muscle lisse qui élève le tiers inférieur du follicule sébacé à la surface la plus haute du derme. Sa fonction est d'élever le poil à la surface de la peau, augmentant ainsi la couche d'air statique qui joue le rôle d'isolant vis-à-vis d'une température froide environnante et il extrait aussi du sebum de la glande sébacée. L'influence des facteurs physiques (pression atmosphérique, température) sur la sécrétion des glandes sébacées chez l'homme a été mise en évidence par DÜNNER (16) : une baisse quantitative de la sécrétion des glandes sébacées et du taux de sebum à la surface de la peau a été trouvée lors des températures ambiantes basses (10°C). Les températures ambiantes élevées (50°C), au contraire, augmentent à la fois l'activité et le taux. Les basses pressions atmosphériques n'ont pas d'influence immédiate sur les deux. Le taux du sebum dépendant de la viscosité et la viscosité étant fortement influencée par la température. La sécrétion sébacée est le produit d'une véritable activité glandulaire (CALVEREY, DRAIZE & LANG) (19). Elle est composée de plusieurs types d'acides gras et de graisses neutres et on pense qu'elle sert de pellicule de protection à la peau.

Les glandes sudoripares agissent comme des organes d'excrétion en miniature et jouent un rôle important dans la perte calorique.

Les arborisations vasculaires sont de plus en plus fines vers la surface. Les échanges de gaz et de matériaux nutritifs se situent seulement à travers la membrane spirale de l'endothélium capillaire. Il n'y a pas de diffusion à travers les parois relativement minces des artérioles et, par conséquent, les boucles capillaires entre le derme et l'épiderme vont apporter le sang aux follicules pilo-sébacées, aux glandes sudoripares, aux troncs nerveux et aux organes des sens. Le système veineux a une distribution semblable. Les arborisations vasculaires de la peau constituent un système dynamique de vaisseaux changeant constamment son volume. C'est sous l'influence permanente des décharges vaso-motrices dues au système autonome et des variations de pression transmises par le cœur. Bien plus, les substances variées qui peuvent avoir accès dans la circulation sanguine ou dans les liquides du corps ont un effet spécifique sur l'état des petits vaisseaux : ils se contractent sous l'effet de l'adrénaline, se dilatent sous histamine ...

En résumé, la peau se présente comme un émonctoire thermique constitué par une couche profonde vasculaire, radiante, puissamment réglée par le système nerveux autonome, protégée par une palissade de cellule vivante, dégénérant petit à petit vers la périphérie et constituant ainsi une troisième couche particulièrement imperméable à la chaleur, mais fort mince.

b) Panicule adipeux sous-cutané.

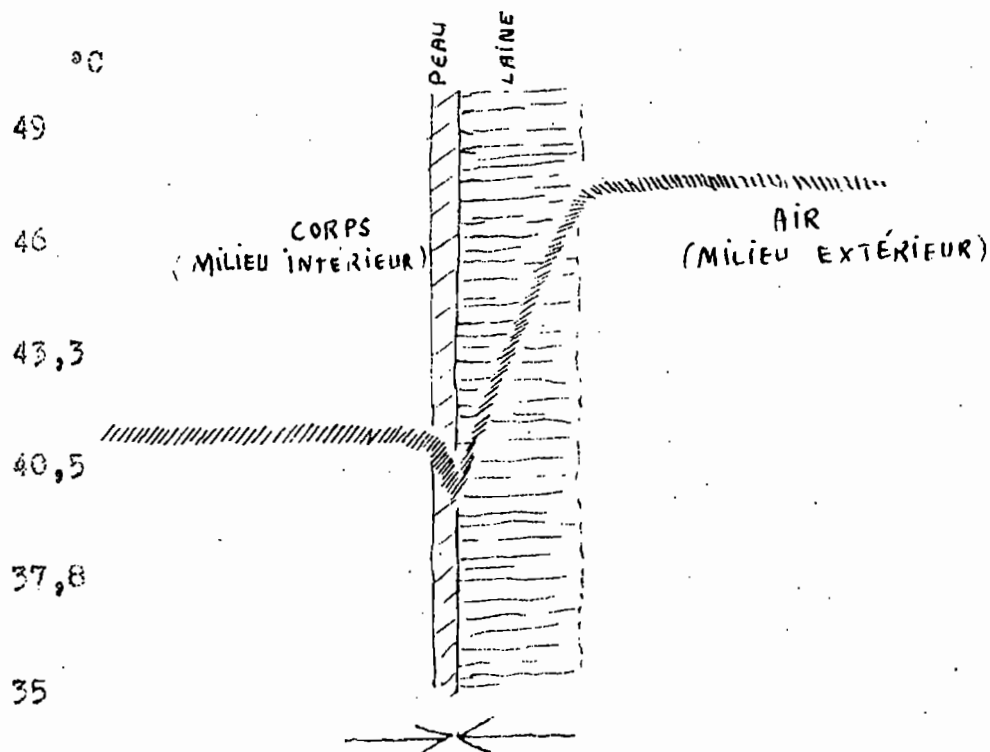
L'étude des races qui vivent dans les ambiances chaudes ou froides, permet de mettre en évidence plusieurs points : les esquimaux qui vivent en permanence non loin de 0°C ont une épaisseur de graisse sous-cutanée beaucoup plus considérable que celle des Bédouins des zones désertiques du Moyen-Orient qui vivent entre 35° et 40°C. Les tissus gras présente une qualité d'isolant qu'il doit en partie à sa nature même et en partie à la faible proportion d'eau qu'il renferme. La constante de conductivité thermique des tissus humains avait été

trouvée de l'ordre de $K = 0,0005 \text{ cal/sec/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ par LEPEVRE (45) et BURTON (13), HADY et SODERSTROM (36) par des mesures directes trouvent pour le muscle de bœuf 0,00047 et pour la graisse de bœuf 0,00049. Ces valeurs trouvées pour des substances organiques vivantes montrent la très basse conductivité thermique de celles-ci, comparées à d'autres substances :

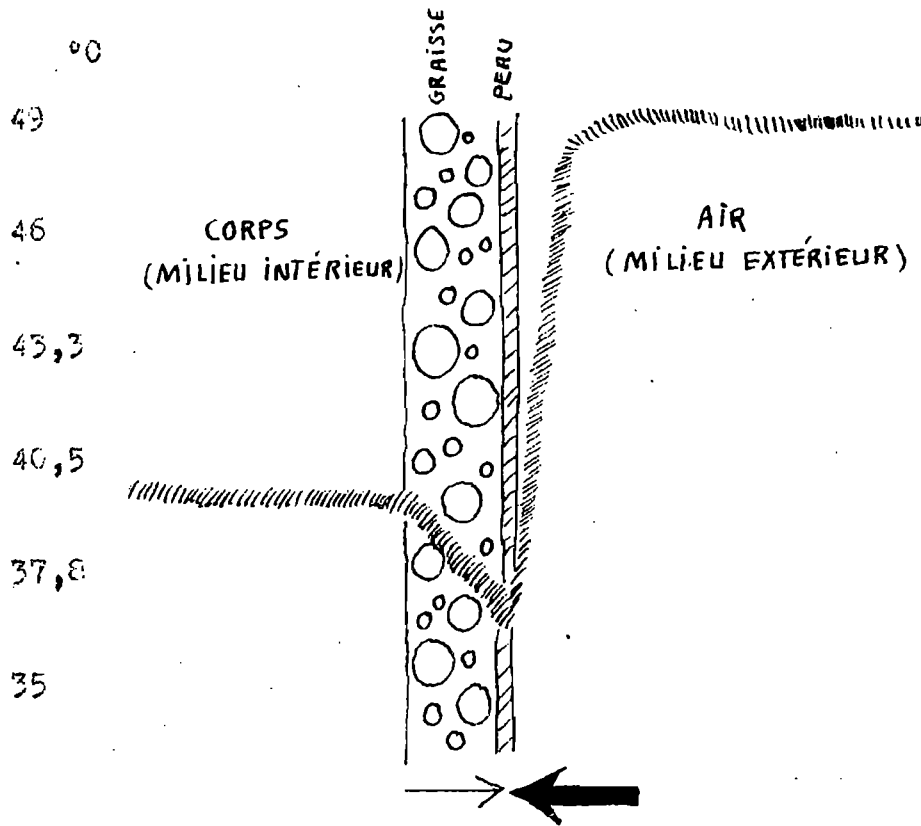
- Argent	0,99	Cal/cm ² /cm/sec/°C
- Verre	0,0025	"
- Huile d'olive	0,0004	"
- Cuir tanné	0,0004	"
- Coton, laine	0,00004	"
- Air	0,00006	"

Il faut noter que l'être vivant dispose d'autres systèmes calorifugeant que la couche grasse, K.S. NIELSEN (52) a montré que la laine du chameau est plus efficace qu'une couche grasse comme il apparaît sur les 2 graphiques suivants :

Débit thermique chez le chameau



Débit thermique chez l'homme



Le courant de chaleur chez l'homme et le chameau est comparé, dans ces courbes, à travers des petites portions de surface corporelle. Les courbes hachurées montrent la température. Le débit thermique suggéré par les flèches croît avec l'angle des courbes. Le chameau peut éliminer la chaleur de son corps avec une température cutanée moyenne d'environ 39,5°C ; c'est la laine qui ralentit le débit thermique dans l'air ambiant. L'homme avec une température corporelle plus basse et une couche isolante de graisse sous la peau doit maintenir une température cutanée plus basse, ceci en évaporant de la sueur, pour obtenir le même flux de chaleur de son intérieur. La faiblesse d'isolement entre sa peau et l'air augmente le courant calorique de l'air et nécessite une plus grande évaporation.

Ces 2 graphiques montrent que

- 1) dans le cas de l'homme glabre, l'isolant gras à un coefficient de conductibilité thermique $K = 0,0005 \text{ cal/sec/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$,
- 2) dans le cas du chameau, avec sa laine, le système isolant (laine + air retenu) a un K 10 fois plus bas (0,00004 et 0,000057).

Lorsque les vaisseaux sont en vaso-constriction, l'épiderme et les tissus sous-cutanés de l'homme sont un isolant plus efficace qu'une couche de liège de même épaisseur (E.F. DU BOIS) (22)

c) Circulation.

i. La vaso-motricité périphérique est l'un des facteurs régulateurs majeurs de la thermolyse.

La circulation périphérique a des caractéristiques différentes suivant les secteurs :

Ainsi, d'après R.H. FOX (29), aux extrémités des membres, les artères sont situées principalement en profondeur et protégées du refroidissement tandis que les veines sont superficielles. Cette disposition permet des températures cutanées plus basses. Cependant les veines satellites des artères constituent une voie accessoire de drainage qui crée un système échangeur de chaleur à contre courant visant à refroidir le sang artériel circulant et à réchauffer le sang veineux de la circulation de retour (BAZETT LOVE, NEWTON, EINDEUBERG, DAE et FORSTER, 1948).

Le part respective de ces 2 systèmes veineux de drainage est inconnue et nous ne connaissons pas davantage s'ils changent avec le réchauffement ou le refroidissement local.

ii. Les variations réflexes du débit sanguin de l'avant-bras qui se produisent lors des altérations de l'état thermique de l'individu sont principalement limités aux vaisseaux superficiels (BARCROFT, SOCK, RUSSEL et KITCHIN, 1955).

Il n'y a pas de fait montrant qu'il y ait une vasoconstriction réflexe dans les muscles de l'avant-bras sous l'influence d'un

refroidissement local ou général et la réduction du débit sanguin produite par le refroidissement local est probablement due à la réduction du métabolisme tissulaire, ABRAMSON, 1958 (4). Les travaux mesurant simultanément les débits sanguins et ^{la} température cutanée dans les membres montrent que la source thermique en rapport avec la circulation sanguine est la résultante complexe des demandes métaboliques des tissus (en oxygène) et de processus de thermorégulations locales et générale . Ainsi, ABRAMSON (1958) (4) montre que l'hyperhémie succédant à une occlusion artérielle de 5 minutes sur l'avant bras, à 27°, correspond à la dette d'oxygène musculaire et à 39°, correspond surtout à un processus thermorégulateur local.

En conclusion, la source chaude correspond donc en grande partie aux modalités circulatoires (débit global, disposition anatomique relative des veines et artères, des vascularisations cutanées et profondes, de l'état du réseau artériolocapillaire, des shunts artério-veineux), l'ensemble étant réglé par un des récepteurs sensibles à la température et à l'état métabolique des tissus.

iii. Les réflexes cutané-viscéraux et viscéro-cutanés interviennent dans les phénomènes thermorégulateurs. Il existe un certain parallélisme entre l'état des vaisseaux cutanés et celui des vaisseaux pulmonaires. Une stimulation froide sur la peau du thorax détermine immédiatement une variation de température de l'air expiré, qui est en rapport avec l'irrigation pulmonaire (VIALE, 1920). Il faut mettre en avant l'importance de l'irrigation des voies respiratoires supérieures et des grosses bronches dans lesquelles se réalise l'équilibre de température avec l'air inspiré puisque l'air de l'alvéole est pratiquement à la température intérieure de l'organisme (THAUER, 1932) Ainsi, pour le territoire rénal, la réfrigération de la peau du métamère correspondant provoque une vasoconstriction et détermine secondairement une vasodilatation avec comme conséquence une augmentation de la diurèse. Les organes abdominaux augmentent leur circulation à la suite de la vasoconstriction cutanée, le flux de sang de la veine mésentérique peut être augmenté de 400 % (REIN, 1931) et une diarrhée due au froid peut s'installer par ce mécanisme.

d) Thermogénèse liée aux réactions biochimiques locales.

Les viscères sont des producteurs de chaleur permanents car ils sont le siège de réactions fondamentales indispensables à leur fonction et à leur entretien. Les muscles ne constituent que des producteurs de chaleur très variables suivant leur tonus inconscient et leur activité.

On admet (BROZEK et GRANDE, 1956) (11) que le muscle squelettique représente 40 % de la masse du corps de l'homme, alors qu'il ne serait responsable que de 25,6 % de la consommation d'oxygène dans les conditions basales. Les viscères (foie, cerveau, rein, cœur, intestins ...) consommeraient 61 %. Enfin, l'ensemble des autres tissus (peau, tissus adipeux ...) utiliseraient les derniers 15 %.

Organes	Poids en g.	Poids % du poids corporel	Consommation d'O ₂ cm ³ /100 g/minute	Consommation totale d'O ₂	% du métabolisme basal
1 Foie	1.500	2,10	4,4	66	26,4
2 Cerveau	1.400	2,00	3,3	46	18,5
3 Cœur	300	0,43	9,4	23	9,2
4 Rein	300	0,43	6,1	18	7,2
	Total partiel			133	61,1
5 muscles squelettiques	27.800	39,70	0,23	74	25,6
	Total général			217	86,7

Répartition physiologique de la consommation basale d'O₂ chez l'homme adulte normal (70 kg, 1 m² 730 ; consommation d'O₂ au repos 350 cm³/minute)

d'après BROZEK J. et GRANDE F., 1956 (11)

En conclusion : la température cutanée et la perspiration sont les témoins du flux calorique produit par une source chaude et allant vers une source froide.

Leurs valeurs dépend des groupes de facteurs suivants :

1) Source endogène.

- a) nature physico-chimique des tissus conducteurs,
- b) circulation sanguine (flux sanguin, disposition anatomique respective des artères et des veines de la circulation profonde et périphérique des shunts artério-veineux, modalités d'échange thermique du sang dans les autres secteurs du corps,
- c) régulation neuro-hormonale de cette circulation,
- d) thermogénèse tissulaire,
- e) surface radiante.

2) Source exogène.

- a) nature physique de l'environnement :
 - structure et nature des micro-climats d'environnement,
 - température,
 - humidité relative,
 - pression atmosphérique.
- b) vitesse de renouvellement de l'air ambiant dans les divers micro-climats.

Dans nos conditions expérimentales, nous avons visé à garder fixes les facteurs exogènes pour n'apprécier que les facteurs endogènes liés aux états de nutrition particuliers que nous désirions explorer.

*

* *

Chapitre II

2°) Conditions expérimentales.

Nous avons mesuré conjointement la perspiration insensible à l'aide d'une balance à enregistrement continu, sensible au gramme, et la température cutanée, en 5 régions du corps, par des thermistances permettant un enregistrement continu dans des conditions expérimentales et sur des sujets choisis.

A) Choix des sujets.

Nous avons sélectionné 3 types de sujets :

1) 12 normaux (8 hommes et 4 femmes) âgés de 20 à 65 ans, caractérisés comme tels par leur poids, leur niveau alimentaire.

2) 10 obèses, femmes de 16 à 47 ans, caractérisées par un poids supérieur de plus de 25 % au poids théorique de leur taille. Obésités sévères, c'est-à-dire reprenant du poids dès qu'elles ingèrent un taux calorique conforme au standard. Elles étaient en régime contrôlé de 650 à 1.000 calories et 60 g. de protéines, donc en période d'amaigrissement de 250 g/24 heures en moyenne.

3) 8 dénutris très graves (4 hommes et 4 femmes), pesant : hommes, 49 kg ; femmes 37 kg., ingérant probablement avant leur hospitalisation environ 1.000 cal/24 heures. Il s'agissait de colites et de gastrectomisés.

B) Contrôle des facteurs externes.

Les sujets étaient placés sur un lit reposant sur la balance enregistreuse porteuse de thermistances, dans un caisson calorifugé de 8 m³. La température, l'humidité relative et la pression atmosphérique étaient enregistrées conjointement. La température était à 20°C ± 2° ; l'humidité relative de 17% à 85%, moyenne = 40 % ; la pression atmosphérique 745 à 779 millimètres de mercure.

Les sujets étaient à l'abri de tout courant d'air, en pyjama ou en chemise de nuit sur le lit, les membres inférieurs recouverts d'un drap et d'une mince couverture de laine dont il a été vérifié qu'elle transmettait intégralement et rapidement la vapeur d'eau ; le tout réalisait une température sous vestiale de 26 à 33°C, suivant les régions du corps. La température sous vestiale a été contrôlée par une thermistance au contact du drap à 10 cm environ de la peau. Pour chaque sujet, cette température s'établit à une valeur fixe ($\pm 1^\circ\text{C}$) au bout de 10 à 15 minutes, et reste en plateau. En particulier, tout au long de la nuit, elle garde une valeur de même ordre ($\pm 1^\circ\text{C}$).

c) Balance enregistreuse. 1) Description:

La balance utilisée devait avoir 2 propriétés :

- a) Être sensible au gramme tout en pesant un poids total de 500 kg.
- b) Être pourvue d'un dispositif enregistreur permettant la mesure permanente de la perte de poids du sujet.

Ces 2 propriétés ont été réalisées grâce à deux dispositifs inventés par M. CARTON. Le premier consiste à peser contre un poids variant constamment de ± 10 g. par adjonction d'une chaîne dont un moteur fait en permanence varier la hauteur du point fixe. Les frottements des couteaux sont ainsi réduits et la sensibilité est multipliée par 100. L'autre dispositif comporte un contact électrique établi par un fil solide au fléau permettant la compensation par une chaînette à point d'attache réglable par un servo moteur.

2) Part du carbone dans la perte de poids.

La part du carbone dans les pertes de poids totales enregistrées a été mesurée par calorimétrie indirecte au moyen d'un appareil de Bénédicte permettant la mesure du quotient respiratoire dans les conditions basales :

CAS	Perspiration insensible totale heure/sujet	Carbone g/heure sujet	% perte carbone
Lh. ...	25 g.	3	12
La. ...	41	3	7,3
Ba. ...	64	4,8	7,5
M. ...	40	3,5	8,8
Sir ...	27,4	4	14,6
R. ...	57,2	4,8	8,4
F. ...	59,4	4,5	7,6

Elle est en moyenne de 9,5 %. Tous les chiffres présentés sont la perte insensible vitale réduite de 10 % pour tenir compte de la perte de carbone. Ils correspondent donc aux pertes d'eau avec une approximation de ± 3 %.

3) Perspiration insensible et métabolisme basal.

Nous avons vérifié que la mesure de la perspiration insensible dans les conditions ci-dessus, appliquée dans des situations de mesure du métabolisme basal permettant une bonne mesure de celui-ci. BENEDICT (6) avait fait la même constatation.

CAS	Valeur du métabolisme basal appareil de BENEDICT	Valeur du métabolisme basal perspiration insensible	%
L'Hu...	38 cal/m ² /H.	40 cal/m ² /H.	2 + 5
Lam ...	28 "	31 "	3 + 10
Ras ...	65 "	66 "	1 + 1
Mou ...	37 "	39 "	2 + 4
Sir ...	32 "	34 "	2 + 6
Rob ...	34 "	36 "	2 + 2
Fou ...	68 "	64 "	4 + 5

~~Part respective des vaporisations pulmonaires et perspiration cutanée, et composition électrolytique de ces pertes.~~

+) Part respective des vaporisations pulmonaires et perspiration cutanée, et composition électrolytique de ces pertes.

Nous avons utilisé 2 méthodes pour mesurer la vaporisation pulmonaire.

1) Nous avons fait respirer les sujets pendant 2 heures à travers le circuit de l'appareil de BENEDICT à métabolisme basal placé de telle façon que l'inspiration se fasse à l'air libre et l'expiration ait lieu dans un système de ballon en verre refroidi avec un courant d'alcool qui a - 20°C. Ceci avait pour effet de cristalliser la vapeur d'eau rejetée qui a pu être pesée. L'administration de Na²⁴, par voie veineuse, à nos sujets nous a permis d'observer que le Na ne passe absolument pas dans l'eau de vaporisation pulmonaire.

2) Nous avons placé les sujets dans les conditions standards sur la balance, mais avec le dispositif suivant : une enveloppe de matière plastique ^{imperméable} entourait entièrement le sujet sauf les orifices du nez et de la bouche pour lui permettre de respirer. Ainsi, la perte de poids enregistrée sur la balance correspondait à l'eau de vaporisation pulmonaire.

Résultats.

L'ensemble de nos résultats pour l'évaluation de la perspiration insensible d'origine pulmonaire est conforme à ceux qui avaient été décrits par les physiologues chez l'homme. La quantité perdue par respiration est de l'ordre du 1/3 de la quantité totale dans nos conditions expérimentales.

(Tableau p. 34)

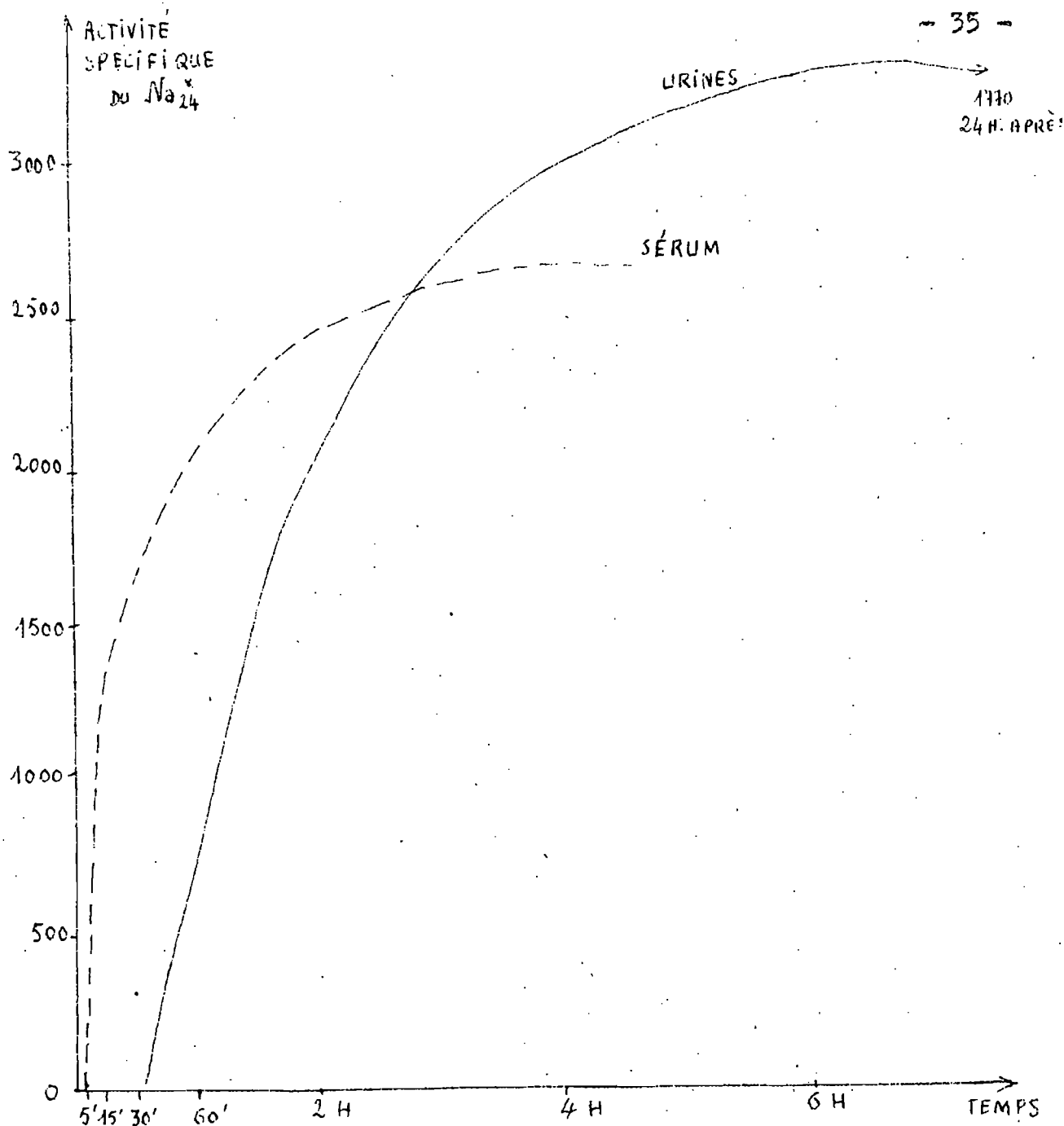
Méthodes	Noms	Temps	H ₂ O recueilli pulmonaire	H ₂ O par 24 h. pulmonaire	Perspiration insensible totale	%
Congélation	RYCK...	10 à 12 h.	31,66 g.	380 g	1.180 g	32
Pesée	RYCK...	10 à 12 h.	34,16 g	410 g	1.240 g	33
Congélation	FOUR...	10 à 12 h.	36,66 g	440 g	1.370 g	32
Congélation	LECH...	10 à 12 h.	16,32 g	196 g	700 g	28

La mesure de la composition électrolytique de l'eau de perspiration cutanée a été faite de 2 façons :

1°) Par une compresse de gaze sans électrolytes sous plastique, nous avons obtenu les compositions suivantes (43)

	DEBIT g/h.	K mEq %	Na mEq %
5-2-60 région interscapulaire	0,945	15,60	13,10
9-2-60 idem après effort	0,302	7,92	9,71
9-2-60 sueur du visage une goutte ..		2,50	4,08
15-2-60 région interscapulaire	0,174	10,90	10
17-2-60 (région interscapulaire ...	0,033	5,22	28,9
(région sternale	0,049	2,74	18,9
17 et 18-2-60 région interscapulaire (épisode grippal)	0,065	3,18	4,58
19-2-60 région interscapulaire	0,026	3,01	34

2°) Inversement, de façon à mieux connaître les modalités de la perméabilité cutanée, nous avons trempé l'avant-bras et le pied dans une solution isotonique de ClNa comportant du Na²⁴. La peau est rapidement perméable au Na comme le montre le graphique ci-après.



En toute rigueur, la tension de vapeur saturante de l'eau de perspiration cutanée est donc plus basse que celle de la vaporisation pulmonaire et la chaleur de vaporisation devrait être corrigée de ce fait. Nous avons cependant négligé ce facteur qui correspondrait à une variation du gradient d'humidité relative de l'ordre de 30 % et donc à une variation de l'ordre de 2 % (cf. table).

D) Mesure des températures cutanées.

1) Description :

Le matériel utilisé est constitué de 5 thermistances permettant des mesures allant de 25 à 41°C, avec une précision de 0,1°C et une thermistance étalon. Ce thermomètre est couplé avec un enregistreur à pointes, à coordonnées rectilignes et à déroulement plan du papier. Les sondes sont de 4 types :

Type A parallélépipédique

Type B cylindrique

Type C olivaire à manchon métallique de protection

Type D olivaire

Les thermistances sont des semi-conducteurs dont la propriété majeure réside dans le fait que leur résistance diminue quand la température s'élève.

Etablissement des caractéristiques des thermomètres.

1) Evaluation de la capacité calorifique des thermistances -

2) Caractéristiques des thermistances.

a) Capacité thermique -

Nous avons mesuré la capacité thermique (en millicalories) de nos 3 types de thermistances en étudiant leur capacité à céder de la chaleur à un petit calorimètre.

Type de thermistance	Capacité thermique moyenne (mcal.) par degré	Température des mesures
A. parallépipédique	55,8	40° à 27,7°C
B. cylindrique	51,8	40 à 27,8°C
C. olivaire	11,8	40° à 27,8°C

b) Conductibilité thermique.

Nous avons appelé conductibilité thermique la vitesse à laquelle une quantité de chaleur (1 mcal) diffusé dans un volume de 1 cm³ lorsque la température varie d'1°C

$$C = \frac{Q \text{ mcal}}{^{\circ}\text{C} \times t \text{ sec} \times S \text{ cm}^2}$$

Une thermistance d'un volume donné augmentera plus rapidement de température quand la quantité de chaleur sera plus grande et son volume plus petit, mais cette vitesse dépend évidemment des caractéristiques de la thermistance, de la matière dont elle est constituée.

Thermistance	Marge de temps	Conductibilité par thermistance en mcal/sec.	Conductibilité en mcal par cm ² /cm/sec/°C
A	26 - 34	58	2,1
	26 - 37	42,4	1,6
	26 - 38	34	1,2
B	26 - 34	46	1,8
	26 - 39	34	1,3
C	26 - 34	63	1,2
	26 - 37	37	0,7
	26 - 39	23	0,5

Conductibilité thermique de diverses thermistances.

c) Coefficient de dissipation thermique.

Nous l'avons réduit au maximum en engainant la surface libre de la thermistance par une matière en liège de 1 cm d'épaisseur. Ce dispositif conditionne une réduction du temps d'équilibration de l'ordre de 50 % et surtout permet d'obtenir une température plus voisine de la température cutanée (56°).

En résumé :

Il résulte des mesures ci-dessus que l'équilibre entre la température de la peau et celle de la thermistance est atteint entre 10 et 20 minutes suivant les thermistances et les régions.

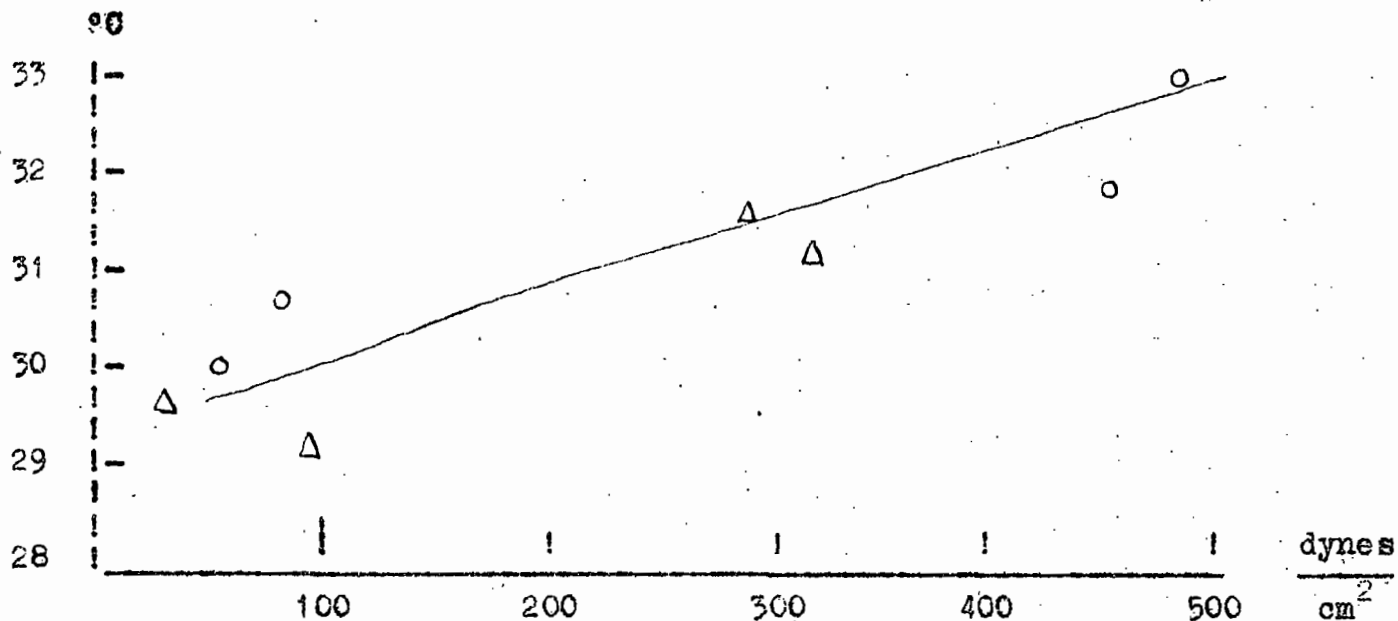
3) Rôle du mode d'application.

- Influence de la pression.

La figure ci-après montre que la température enregistrée varie avec la pression exercée sur les thermistances :

la température s'élève de 0°,5 à 0°,8 pour un accroissement de pression de 100 dynes/cm²

Résultats



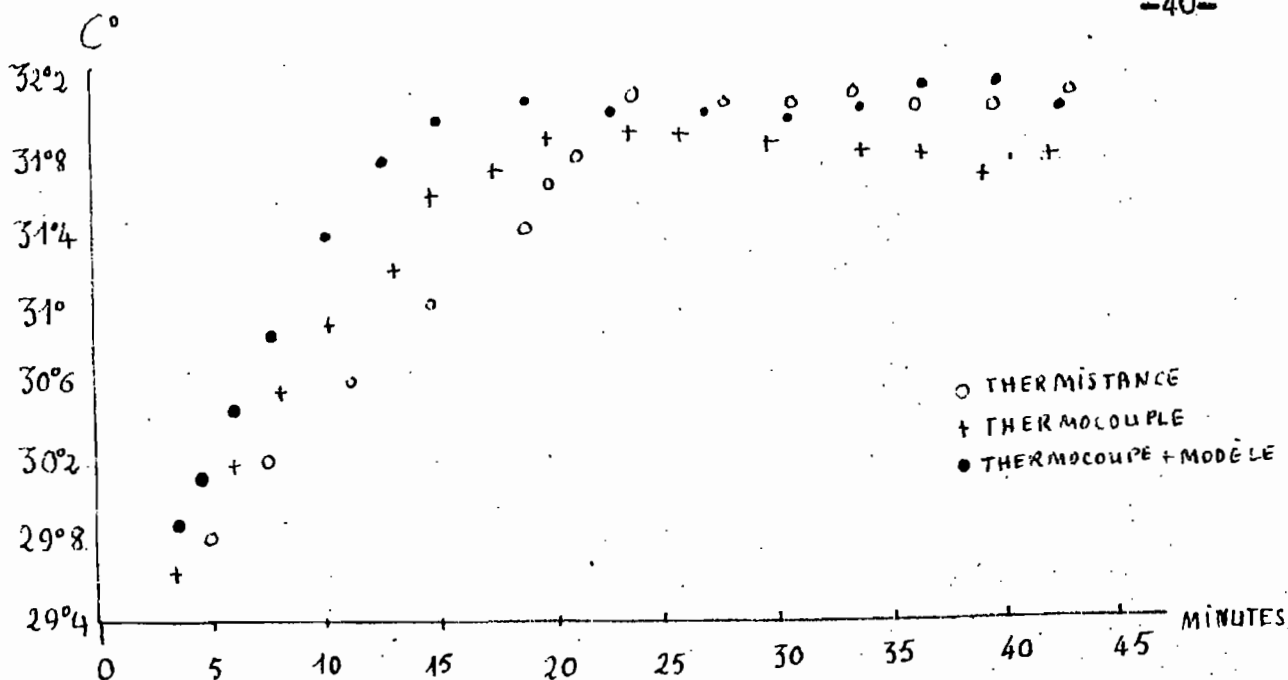
Type A Δ

Type B ○

Nous avons choisi une pression de l'ordre de 10 à 20 dynes/cm² telle que le réalise un sparadrap tendu sur la matrice de liège qui engaine la thermistance.

Nous avons vérifié qu'une telle pression ne modifiait pas de plus de 0,2° C la température réelle en comparant les résultats obtenus avec ceux d'un thermocouple exerçant une pression pratiquement nulle.

Tableau des résultats page suivante.



4) Topographie des mesures de thermométrie cutanée : (voir page 41)

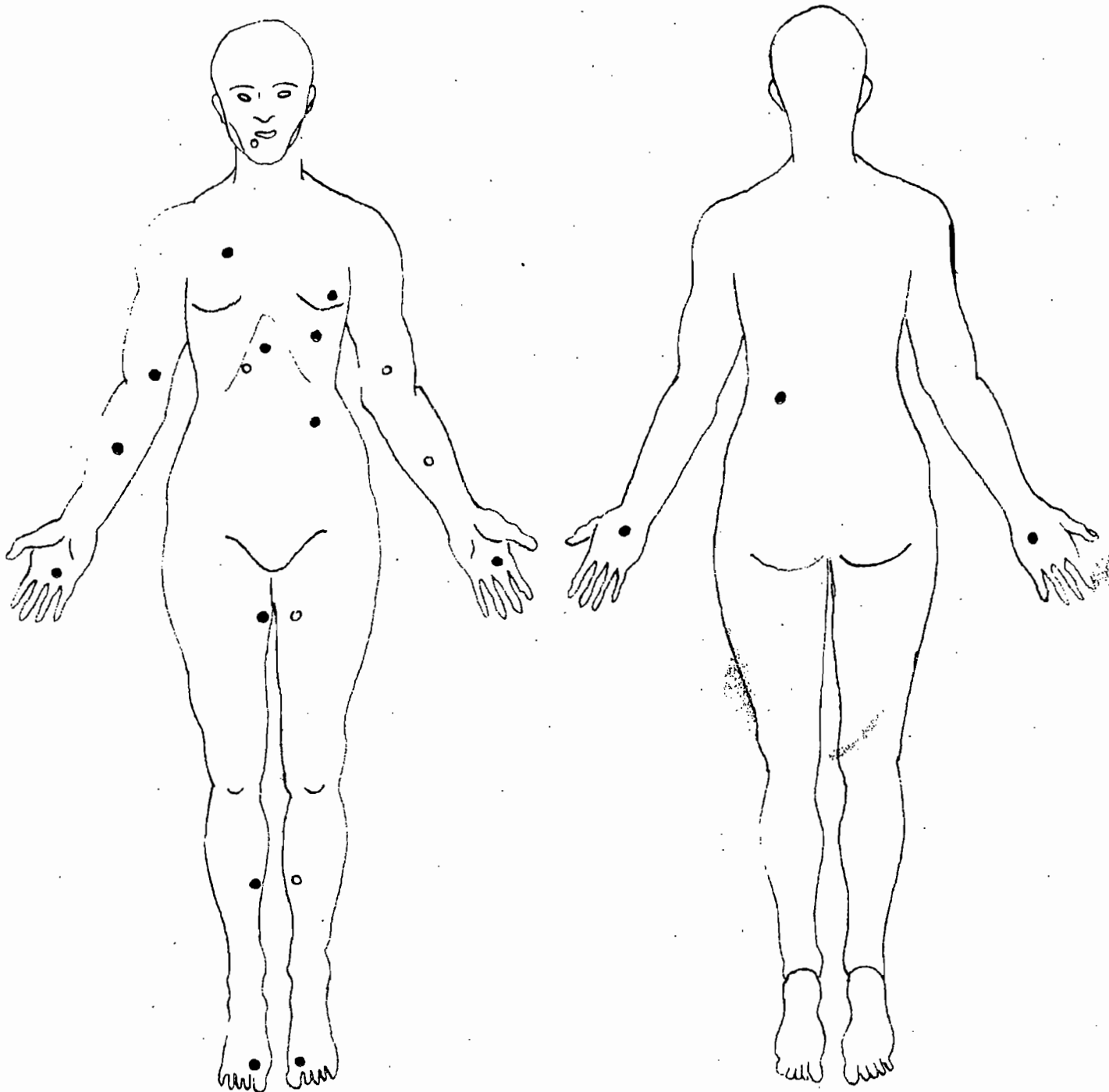
La plupart des mesures de température cutanée réalisées antérieurement l'ont été sur les extrémités : orteils, doigts, front. Ces points présentent des avantages car ils sont richement irrigués et la couche de graisse sous-cutanée est très mince à leur niveau, mais ces avantages peuvent devenir des inconvénients car le système capillaire des extrémités réagit d'une façon différente à ceux du reste du corps ; d'une part à cause de sa richesse même, de la complexité des fonctions à accomplir, et d'autre part à cause de l'accoutumance à des variations de température extérieure plus ou moins grande, ces parties du corps (mains, face) étant le plus souvent en contact direct avec l'atmosphère extérieure.

Les points que nous avons choisis sur les membres et le tronc ont l'avantage de nous donner une valeur de la température cutanée moyenne très approchée. En effet, BURTON et BAZETT (1936) (15) donnent les coefficients de pondération invariables d'un individu à l'autre et d'un état thermique à l'autre que l'on admet le plus souvent.

Coefficient de pondération pour l'établissement de la temp. cut. moy.

(BURTON et BAZETT)	Pieds : 0,07	..... valeurs utilisées	-
	Jambes : 0,13	.....	0,13
	Cuisses : 0,19	.....	0,19
	Tronc : 0,35	.....	0,35
	Bras : 0,14	.....	0,14
	Mains : 0,05	.....	-
	Tête : 0,07	.....	-
		1,00	0,81

Topographie des mesures de thermométrie cutanée



- o Points habituels d'enregistrement
- Points exceptionnels d'enregistrement

Les températures cutanées moyennes trouvées chez nos sujets et calculées à partir de nos cinq points d'enregistrement sont : $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ},50$ ces grandeurs concordent avec celles trouvées par J. W. H. MALI (47) qui a enregistré en vingt-quatre points différents avec un thermoélément et par des températures extérieures variant de 18 à 25°C , sur 512 sujets. Il a trouvé en effet une température cutanée moyenne de $32,9^{\circ}\text{C} \pm 1,8^{\circ}\text{C}$.

Influence des vêtements et des couvertures sur la température cutanée

Nous avons plusieurs fois, sur le même sujet, à une température ambiante de 21°C , enregistré les températures cutanées sans couverture, avec pyjama, pendant la première heure et avec couverture et pyjama pendant la deuxième heure. Nous avons enregistré également la température sous-vestiale.

Résultats

Etat du sujet	Température de la peau	Température de l'air	Température sous-vestiale
Découvert	32°C	21°C	$26,5^{\circ}\text{C}$
Couvert	$34,5^{\circ}\text{C}$	21°C	$28,5^{\circ}\text{C}$

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par BENEDICT, (4) qui, en mesurant la température de ses sujets en 13 points différents sur le côté droit du corps à une température ambiante de 20°C , trouvait une moyenne de température cutanée à découvert de 30°C , et à découvert de 33°C 34°C .

R E S U L T A T S

Chapitre I

Etude de la Perspiration Insensible

A) Selon l'état nutritionnel -

La perspiration totale de 24 h. de l'obèse est identique à celle des sujets normaux. Les perspirations insensibles présentées au tableau I sont celles de sujets assis ou couchés (à la température extérieure de 18 à 22°, vêtus de pyjamas ou de chemises). Ces valeurs de Perspiration Insensible sont le résultats des mesures effectuées aux divers temps caractéristiques de la journée et de la nuit et pondérées en conséquence. Il ne s'agit donc ni de conditions basales, ni de conditions de vie normales, mais des conditions d'une vie au repos physique, incluant les états post-prandiaux et de sommeil. Les calculs de dépenses caloriques supposent que les dépenses caloriques, dans ces conditions, sont 4 fois environ supérieures (25 % de 20° à 18°C et 30 % de 20 à 22°C) à celles correspondant à la chaleur d'évaporation de l'eau.

(Tableau I)

a) Obèses.

Dans ces conditions la perspiration et les dépenses caloriques totales, en vie calme, qu'on peut en déduire sont normales chez l'obèse alors qu'elles sont élevées de 60 % chez les hyperthyroïdiens si on les rapporte à la surface corporelle.

Comme cela a été établi et comme nous l'avons écrit vérifié chez 5 de nos obèses, les dépenses basales sont également normales. Il était donc intéressant d'analyser les facteurs (dépenses post-prandiales et nocturnes) conditionnant d'éventuelles différences chez l'obèse.

.../

- Tableau I -

Selon l'état nutritionnel.

Catégories	Nombre de cas	Nombre de mesures	Surface moyenne (m ²)	Poids moyen (kg)	Perspiration insensible ₂ (g d'H ₂ O/h/m ²)	Cal/m ² /h.	Cal/kg/24 h
Normaux (hommes)	8	24	1,725	65	23,1 ± 1,71	56,8 ± 3,47	36,1 ± 2,26
Normaux (femmes)	4	12	1,610	58	16,4 ± 2,90	40,3 ± 3,82	30,9 ± 2,75
Obèses (femmes)	12	124	2,00	100	16,4 ± 2,63	40,3 ± 1,35	20,1 ± 0,72
Dénutris (hommes)	4	19	1,480	49	21,5 ± 3,97	52,8 ± 2,37	40,2 ± 1,62
Dénutries (femmes)	4	11	1,420	37	19,9 ± 2,44	48,9 ± 1,84	43,5 ± 2,33
Basedows (femmes)	4	22	1,460	47	26,1 ± 5,66	64,3 ± 3,20	47,3 ± 2,34
Néoplasiques (hommes)	2	18	1,820	80	26,4 ± 6,64	64,9 ± 3,77	41,5 ± 3,06

Par contre, rapportée au poids, la dépense de l'obèse est réduite de 33 %. Cette discordance des résultats suivant qu'on les rapporte au m² ou au kg, s'explique par le fait que le rapport poids/surface s'abaisse lorsque le poids s'élève, la surface ne s'élevant que comme un carré et le poids comme un cube.

Métaboliquement, l'obèse est normal quant à sa surface et ce serait son poids qui est anormal.

- Chez 4 sujets obèses nous avons mesuré la masse active par différence de l'espace de diffusion de N acétyl N amino antipyrine et de celui du thiocyanate de sodium en 6 heures.

Le tableau ci-dessous montre que les masses actives sont en moyenne de 25 %. Les valeurs normales par cette méthode sont de 30 % soit une réduction de 20 % de la masse active pour une obésité moyenne de 93 Kg. (40)

Sujets	(1) Espace Eau totale %	(2) Espace Na 30' %	(1)-(2) Espace cellulaire
136 kg	36,8	18,4	18,4
80	42,7	18,8	23,9
80	50	20,5	29,5
76	50,4	21,3	29,1
<u>93</u>	<u>45</u>	<u>20</u>	<u>25</u>

Masse active des obèses

Ainsi la référence de la dépense calorifique à la masse active donnerait un chiffre de - 13 % par rapport à la normale. La dépense calorifique de l'obèse n'apparaît donc normale que si on la réfère à sa surface.

b) Dénutris.

La dépense calorique par m^2 serait abaissée (non significativement) chez l'homme et élevée chez la femme. Il semble que 2 hypothèses soient nécessaires pour expliquer ces faits. Une certaine réduction de la thermogénèse (le métabolisme basal peut être réduit jusqu'à - 20 % dans les états de dénutrition). Une réduction des possibilités d'isolation thermique par diminution de la masse grasse plus sensible chez la femme.

B) Influence du repas sur la perspiration -

Nous avons cherché ensuite si les variations de perspiration au cours de la journée étaient identiques chez nos divers types de sujets.

Le tableau II montre que la dépense post-prandiale (2 h.) s'élève, en valeur absolue, de façon assez comparable dans les divers groupes. L'obèse présente donc une extra chaleur post-prandiale tout comme le sujet normal. L'action dynamique spécifique selon MAGNUS LEVY, c'est-à-dire l'extra chaleur post-prandiale est donc de l'ordre de 30 à 40 %. La constance de sa valeur absolue fait qu'elle est plus élevée relativement chez la femme que chez l'homme, autrement dit la dépense calorique post-prandiale entre pour une part plus importante dans la dépense totale de la femme que dans celle de l'homme. Comme nous verrons que la température cutanée s'élève en même temps, il s'agit bien d'une élévation des dépenses caloriques.

- Nous avons cherché l'influence de divers modes d'alimentation sur la perspiration chez l'obèse. Nous avons chez 3 obèses administré le même taux calorique et protéique (700 calories, 60 g. de protéides) de 5 façons différentes d'un jour à l'autre.

(Tableau III)

On voit que les perspirations, 2 heures après les repas, sont plus réduites lorsqu'on fractionne en 5 repas égaux et également

- Tableau II -

Influence des repas (2 h avant, 2 h après)
sur la perspiration insensible.

Catégories	Nb. cas	Nb. de mesures	Perspiration insensible (g d'H ₂ O/h/m ²)	Cal/m ² /h.	Cal/kg/24 h	Variation en valeur absolue	
						Cal/m ² /h	Cal/kg/24 h
Normaux hommes							
Avt. 10-12 h.	3	6	16,2 ± 1,10	39,9 ± 2,72	25,2 ± 2,15	+ 15	+ 11
Apr. 12-14 h.	3	6	22,5 ± 1,08	55,4 ± 2,17	36,4 ± 1,83		
Normaux femmes							
Avt. 10-12 h.	3	4	14,8 ± 1,15	35,0 ± 2,51	23,3 ± 2,17	+ 15	+ 13
Apr. 12-14 h.	3	4	20,2 ± 1,21	49,9 ± 2,94	36,6 ± 2,35		
Obèses femmes							
Avt. 10-12 h.	9	17	13,7 ± 1,30	33,8 ± 2,42	17,4 ± 1,21	+ 13	+ 7
Apr. 12-14 h.	9	17	19,0 ± 2,33	46,8 ± 3,40	24,5 ± 2,20		
Dénutris hommes							
Avt. 10-12 h.	4	4	21,3 ± 2,88	52,6 ± 4,25	40,3 ± 2,36	+ 14	+ 11
Apr. 12-14 h.	4	4	27,2 ± 1,15	66,9 ± 2,76	51,5 ± 2,54		
Dénutries femmes							
Avt. 10-12 h.	3	3	13,4 ± 1,05	33,1 ± 1,92	31,5 ± 1,64	+ 23	+ 19
Apr. 12-14 h.	3	3	23,0 ± 1,43	56,6 ± 2,84	50,8 ± 3,05		
Basedows femmes							
Avt. 10-12 h.	2	4	27,0 ± 3,42	67,1 ± 6,22	48,3 ± 4,25	+ 14	+ 10
Apr. 12-14 h.	2	4	33,2 ± 2,77	81,8 ± 4,65	58,9 ± 3,15		
Néoplasiques hommes							
Avt. 10-12 h.	2	5	21,8 ± 2,92	53,2 ± 6,21	34,6 ± 6,70	+ 12	+ 7
Apr. 12-14 h.	2	5	26,7 ± 1,12	65,8 ± 2,15	41,7 ± 4,47		

- Tableau III -

Influence de l'acte alimentaire chez les sujets obèses.

	Nb. de cas	Nb. de mesures	Perspiration insensible (g d'H ₂ O/h/m ²)	Cal./m ² /h. Moyenne 24 h, 40,28	Variations en %	Cal/kg/24 h Moyenne 24 h, 20,06	Variations en %
5 repas isocaloriques isoprotéiques espacés de 2 heures	3	3	17 ± 1,28	44,9 ± 1,21	+ 11	23,3 ± 1,90	+ 16
5 repas anisocaloriques anisoprotéiques espacés de 2 heures	3	3	18,1 ± 1,78	47,9 ± 4,16	+ 18	25,3 ± 4,04	+ 26
2 repas isocaloriques, isoprotéiques espacés de 2 heures	2	2	19,3 ± 0,40	51,2 ± 0,4	+ 27	25,3 ± 0,3	+ 25

équilibrés que lorsqu'on donne 2 gros repas rapprochés. De tels phénomènes sont très difficiles à analyser car il faudrait tenir compte de nombreux facteurs, en particulier de l'habitude.

C) Rythme nycthéméral de la perspiration insensible -

Le tableau IV montre que le rythme nycthéméral de la perspiration insensible est tel que contrairement à ce qu'on pouvait penser, c'est le matin qu'elle est la plus basse, l'après-midi la plus élevée et intermédiaire entre ces deux valeurs pendant la nuit. Ce phénomène apparemment paradoxal avait été vu par F. BENEDIOT (6) qui avait noté à la fois l'influence des caractères, agités ou non, du sommeil et du poids, la perspiration insensible étant d'autant plus élevée la nuit que le poids était plus élevé.

- Nous avons donc observé que, chez la femme normale, la perspiration insensible nocturne est plus réduite que chez la femme obèse. Chez 4 femmes basedowiennes très maigres, la perspiration insensible nocturne est encore plus réduite tombant même plus bas que la perspiration insensible du matin.

La température corporelle tombant pendant la nuit de $0,12^{\circ}\text{C}/\text{heure}$ chez l'homme et de $0,06^{\circ}\text{C}/\text{heure}$ chez la femme (48), la variation d'énergie thermique accumulée est de l'ordre de 50 à 80 calories. La perte de ces calories correspondrait à une perspiration insensible supplémentaire de 100 à 200 g. d'eau en 8 à 10 heures, taux de l'ordre de ceux observés. Les taux de perspiration insensible nocturne plus élevés que ceux du matin seraient ainsi en rapport avec la perte thermique due à la chute de température corporelle nocturne. Ainsi s'expliquerait le fait que chez l'obèse la perspiration insensible nocturne est plus élevée et que chez le maigre elle est plus basse. Inversement les taux bas de perspiration insensible matinale seraient en rapport avec l'élévation de température corporelle se produisant alors.

- Tableau IV -

Analyse des variations diurnes et nocturnes.
Influence du sommeil.

Horaire	Nb. de cas	Nb. de mesures	Surface moyenne (m ²)	Poids moyen (kg)	Perspiration insensible (g d'H ₂ O/h/m ²)	Cal./m ² /h.	Cal/kg/24 h.
<u>Normaux, hommes</u>							
Matin, 8 h - 12 h.	8	16			20,8 ± 1,48	51,2 ± 3,65	30,3 ± 1,87
Après-midi, 12 h-20 h.	4	4	1,725	65	22,8 ± 2,35	56,3 ± 5,12	37,3 ± 2,14
Nuit, 20 h - 8 h.	4	4			25,6 ± 1,65	63,1 ± 4,32	40,7 ± 3,75
Moyenne nycthémerale					23,1 ± 1,71	56,8 ± 3,47	36,1 ± 2,26
<u>Normaux, femmes</u>							
Matin, 8 h - 12 h.	4	4			13,8 ± 2,15	34,0 ± 1,61	27,3 ± 1,32
Après-midi, 12h-20 h.	2	2	1,610	58	20,1 ± 3,44	49,5 ± 2,42	36,5 ± 2,12
Nuit, 20 h - 8 h.	2	2			16,6 ± 1,05	40,8 ± 0,50	25,3 ± 1,57
Moyenne nycthémerale					16,4 ± 2,90	40,3 ± 3,82	30,9 ± 2,75
<u>Obèses, femmes</u>							
Matin, 8 h - 12 h.	12	56			13,7 ± 1,15	33,8 ± 1,46	16,9 ± 0,66
Après-midi, 12 h-20 h.	12	42	2,00	100	18,5 ± 2,31	45,6 ± 2,31	22,9 ± 1,23
Nuit, 20 h - 8 h.	11	15			17,9 ± 2,75	44,2 ± 2,84	22,3 ± 1,29
Moyenne nycthémerale					16,4 ± 2,63	40,3 ± 1,35	20,1 ± 0,72

- Tableau IV - (suite)

Horaire	Nb. de cas	Nb. de mesures	Surface moyenne (m ²)	Poids moyen (kg)	Perspiration insensible (g d'H ₂ O/h/m ²)	Cal./m ² /h.	Cal./kg/24 h.
<u>Dénutris hommes</u>							
Matin, 8 h - 12 h	4	11			20,7 ± 1,75	50,9 ± 4,12	40,6 ± 2,43
Après-midi, 12h-20h.	4	6	1,480	49	23,4 ± 1,10	57,5 ± 1,33	44,2 ± 1,05
Nuit, 20 h - 8 h.	2	2			19,8 ± 2,43	48,8 ± 2,15	36,8 ± 1,88
Moyenne nycthémerale					21,5 ± 3,97	52,8 ± 2,37	40,2 ± 1,62
<u>Basedows, femmes</u>							
Matin, 8 h - 12 h.	4	12			25,0 ± 2,17	61,5 ± 3,46	44,9 ± 2,30
Après-midi, 12h - 20h.	4	6	1,460	47	29,7 ± 3,11	73,1 ± 6,13	53,3 ± 4,08
Nuit, 20 h - 8 h.	4	3			24,6 ± 3,32	60,7 ± 6,76	46,2 ± 7,27
Moyenne nycthémerale					26,1 ± 2,66	64,3 ± 3,20	47,5 ± 2,34
<u>Néoplasiques, hommes</u>							
Matin, 8 h - 12 h.	2	4			20,0 ± 3,79	49,4 ± 6,98	30,4 ± 6,29
Après-midi, 12 h - 16h.	2	14	1,820	78	29,4 ± 4,12	72,5 ± 4,04	47,0 ± 2,59
Soirée, 16 h - 20 h.	2	2			20,2 ± 3,31	49,9 ± 5,55	30,5 ± 9,19
Moyenne diurne					26,3 ± 3,64	64,9 ± 3,77	41,5 ± 3,06

- Ce phénomène du à la capacité calorique du corps est d'autant plus accentué que le sujet est plus obèse.

- Ainsi, la mesure de la dépense calorique à partir de la perspiration insensible doit tenir compte des variations de la température corporelle qui ne sont pas négligeables, des erreurs de 20 % sont ainsi explicables sur des mesures fragmentaires.

- Outre la capacité thermique corporelle, les variations de la thermogénèse liée à l'état émotif et à l'agitation nocturne sont également envisagées à considérer.

D) Influence de l'état émotif et du sommeil sur la perspiration insensible -

L'influence de l'état émotif sur la perspiration de l'obèse est grande. Le tableau V montre les mesures faites chez 5 obèses à un moment où sous des influences diverses, elles présentent un grand état anxieux.

(Tableau V)

Nous avons donc observé une réduction de l'ordre de 50 % sur la perspiration insensible sous l'influence de l'émotion. Nous verrons que conjointement la température cutanée s'élève de 0,2 à 0,5°C à moyenne. Ainsi cette réduction de perspiration insensible due à l'état émotif est probablement la conséquence d'une variation de la vaso-motricité périphérique aboutissant à une élévation de la thermolyse directe. (Courbe

(Courbes moyennes nocturnes)

E) Influences hormonales sur la perspiration insensible -

1) Hormone antidiurétique.

Le tableau VI (a) montre que l'hormone antidiurétique (10 unités en injection intramusculaire) réduit spectaculairement la

- Tableau V -

Perspiration (moyenne de 24 h) chez
5 obèses observés en état normal et
en état anxieux.

	Nb. de cas	Nb. de mesu- res	Perspiration insensible (g d'H ₂ O/h/m ²)	Cal./m ² /h. Moyenne 24 h, 40,28	Cal./kg/24 h Moyenne 24 h, 20,06
Etat normal	5	7	16,4 ± 2,63	40,3 ± 1,35	20,1 ± 0,7
Etat anxieux	5	7	8,3 ± 1,55	20,5 ± 1,74	9,6 ± 0,82
Variation en %				- 50 %	- 53 %

- Tableau VI -

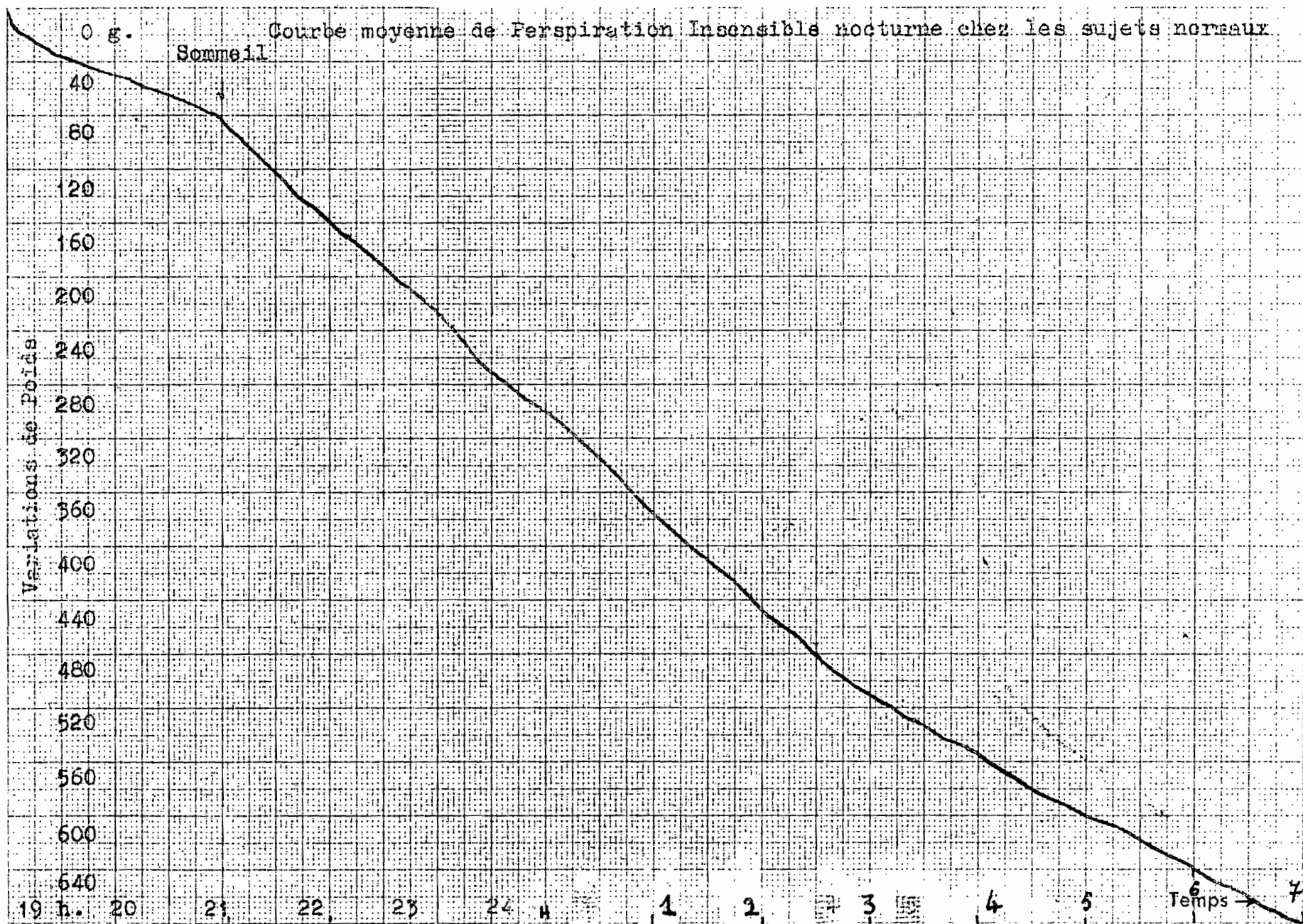
Influences hormonales.

a) Injection de 10. UI d'Hormone antidiurétique. Enregistrement 1 h avant, 1 h après (4 obèses, 1 dénutrie).

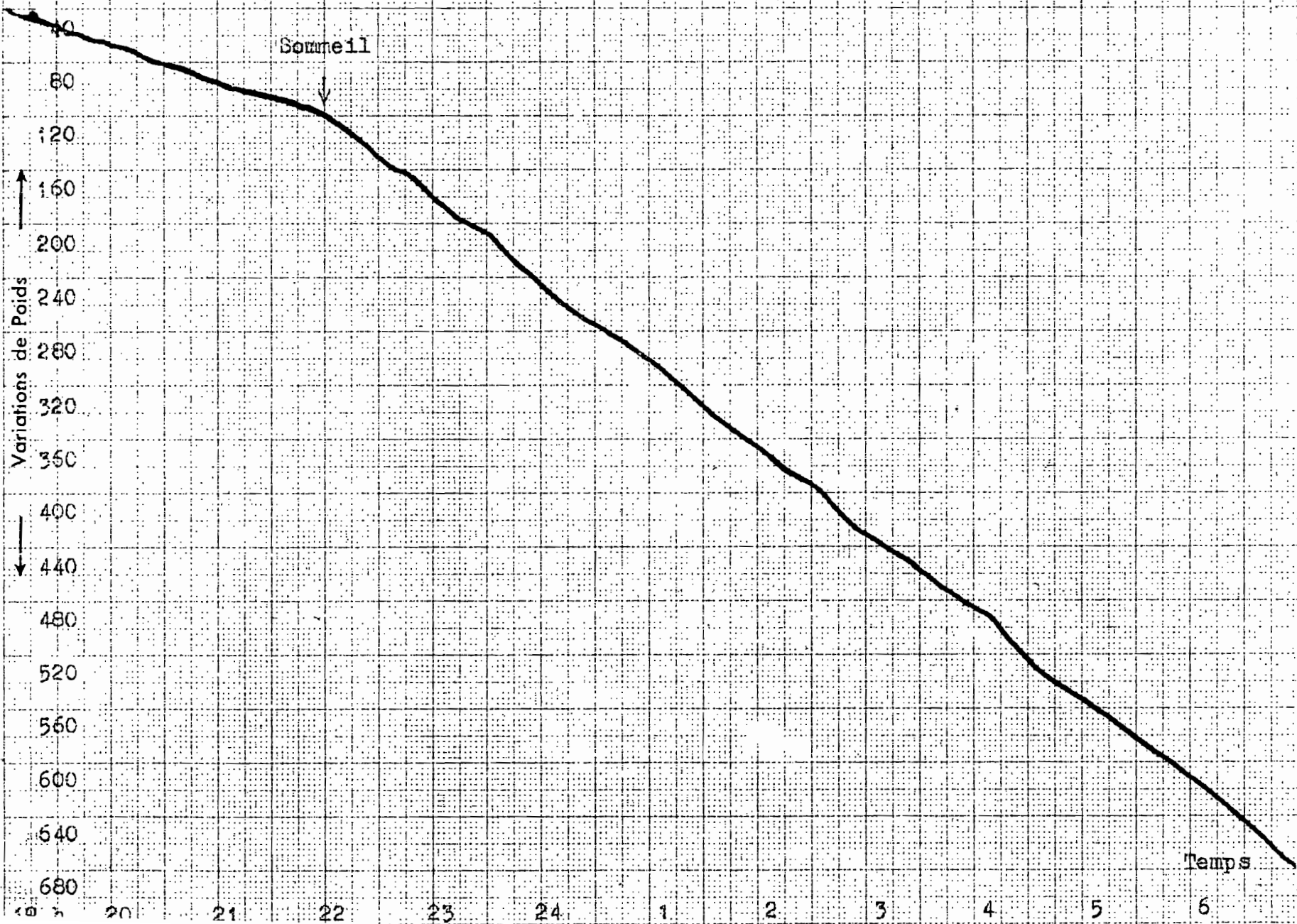
Nb. de cas	Nb. de mesures	Temps	Perspiration insensible (g H ₂ O/h/m ²)	Cal/m ² /h	Cal/kg/24 h	Température cutanée moyenne
5	6	1 h avant	19,2 ± 2,12	47,3 ± 0,94	29,1 ± 1,04	33°9 ± 0,25
5	6	1 h après	11,6 ± 1,57	28,7 ± 0,86	18,1 ± 0,73	34°5 ± 0,15
Variation en %				- 39,4	- 37,9	+ 0,6

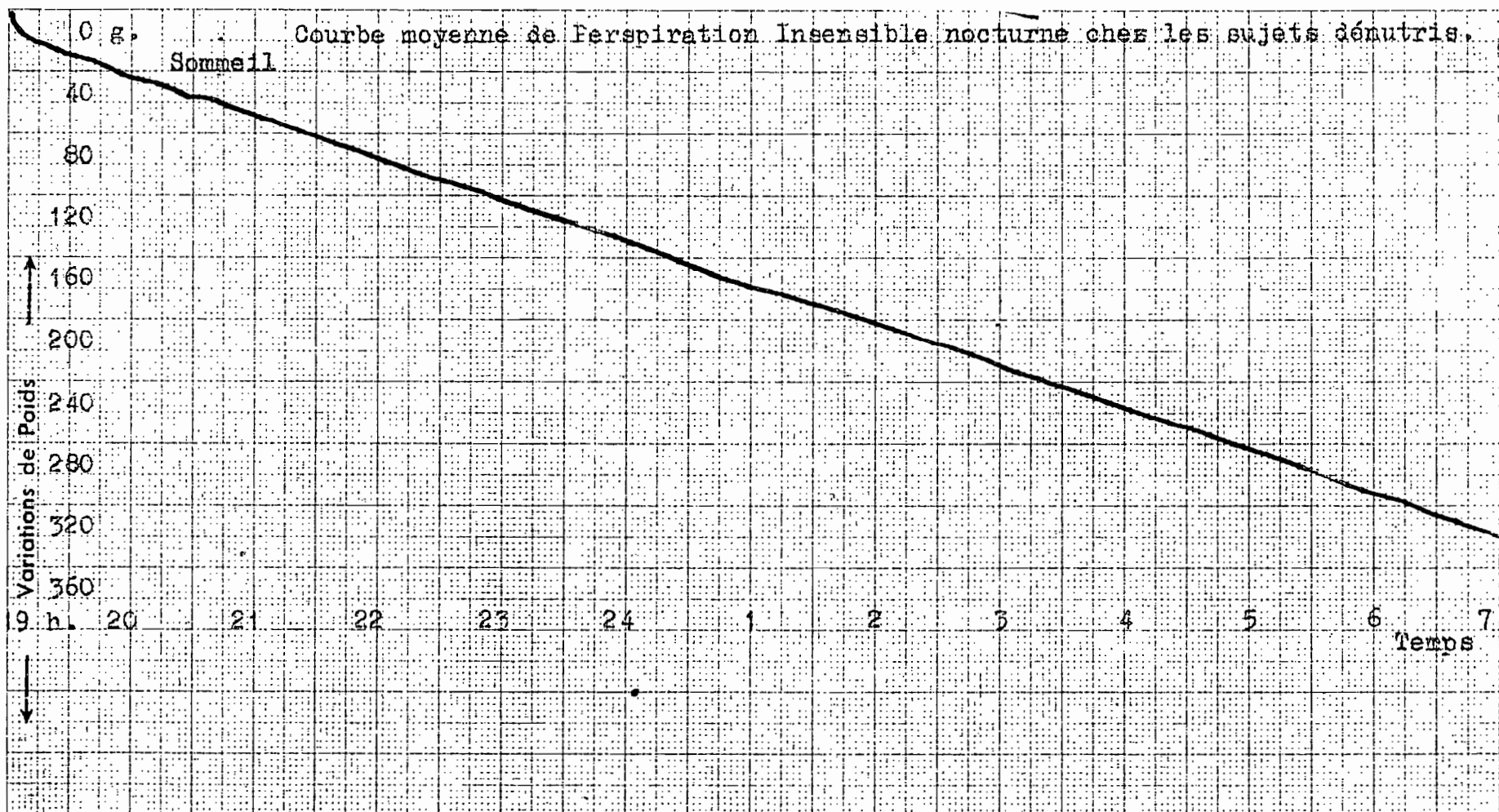
b) Prise de Δ Cortisone, 25 mg par 24 h. Enregistrement 2 h après midi. Avant et pendant.

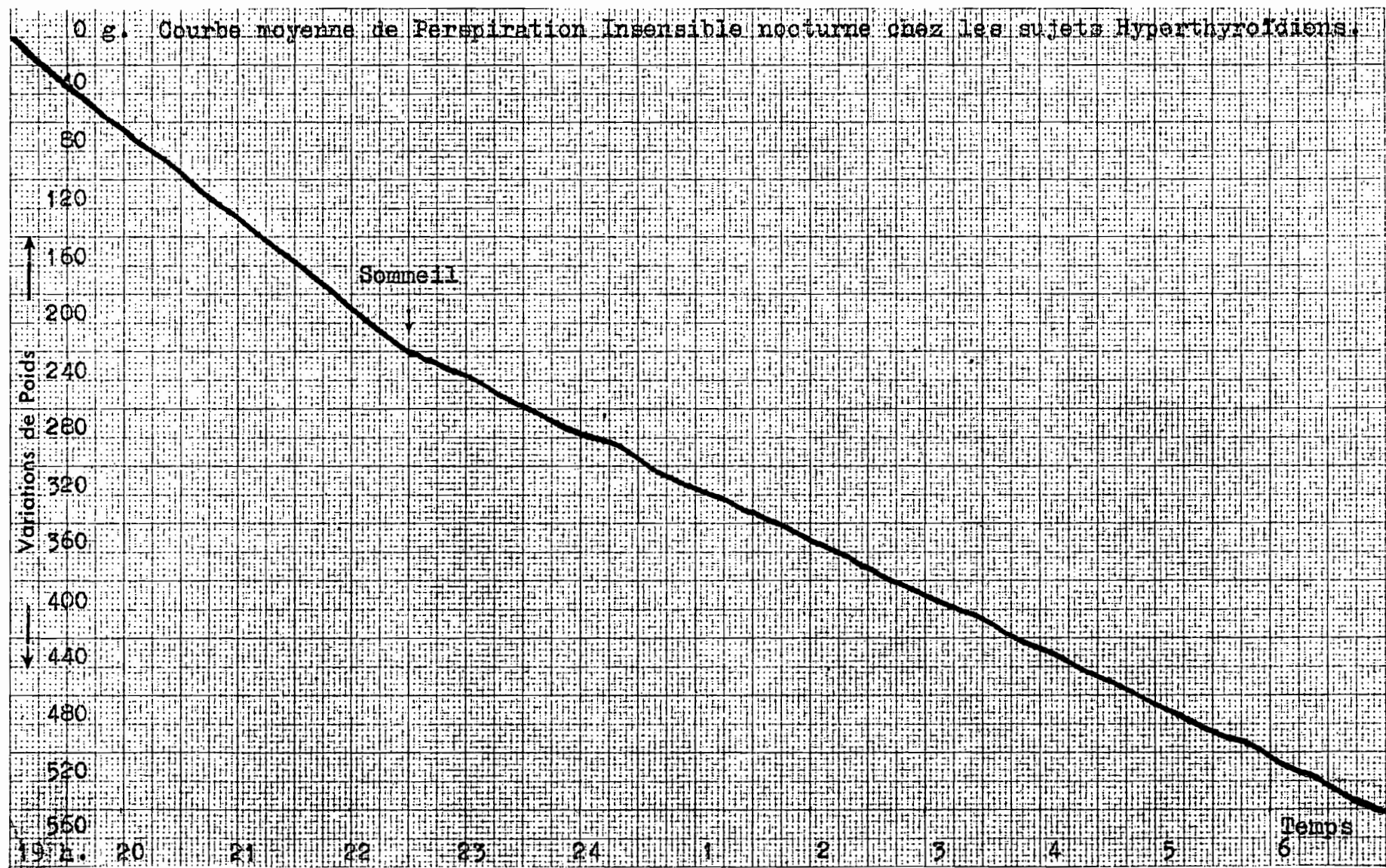
2	5	48 h avant	29,4 ± 6,54	72,5 ± 4,04	47 ± 2,60	
2	5	48 h pendt.	25,1 ± 4,32	61,8 ± 3,31	41,2 ± 4,03	
Variation en %				- 14,4	- 12,3	



0 g. Courbe moyenne de Perspiration Insensible nocturne chez les sujets obèses.







perspiration insensible dans les heures suivant l'injection. Nous verrons que, conjointement, la température cutanée moyenne s'élève de 0,6°C, cet effet de l'hormone antidiurétique peut être en rapport soit avec un effet vasomoteur, soit avec un effet sur la perméabilité cutanée à l'eau.

2) Substance de type cortisonique.

Le tableau VI (b) montre que 48 heures après le début d'ingestion de Δ cortisone (25 mg/24 h.) la perspiration insensible est réduite. Il faut signaler qu'il est possible qu'il s'agisse là d'un effet indirect : on sait en effet que ce type d'hormone produit une inhibition sur la sécrétion thyroïdienne et sur certaines stimulines hypophysaires.

F) Influence d'un modificateur de l'appétit -
(Ethylisopropylamine)

D'après BROBEK (10) la sensation de satiété serait le rapport avec le réchauffement des extrémités. Nous avons étudié les effets d'une amphétamine réduisant l'appétit sur la perspiration insensible et la température.

(Tableau VII)

On voit que ce composé produit effectivement un réchauffement des extrémités associé à un léger refroidissement de l'abdomen, de la température buccale et à une réduction de la perspiration insensible.

En conclusion :

1) Les mesures de perspiration insensible effectuées selon la méthode décrite, permettent une appréciation de la dépense calorifique totale de l'ordre de celle à laquelle aboutit le bilan d'eau ou le

- Tableau VII -

Influence de l'Éthylisopropylamine chez
des sujets obèses.

	Avant	Après
Température du Mollet	31°4 ± 1,8	32°9 ± 1,9
Température du Scarpa	32°9 ± 1,4	34°4 ± 1,1
Température de l'abdomen	36°2 ± 0,7	35°7 ± 0,4
T° du pli du coude	36°5 ± 0,6	36°1 ± 0,7
Température de la bouche	37° ± 0,5	36°6 ± 0,5
Perspiration insensible (g/h/m ²)	16,6 ± 2,90	12,1 ± 0,85
Cal./m ² /h.	40,3 ± 1,35	29,8 ± 1,88
Cal./kg/24 h.	20,1 ± 0,72	14,7 ± 1,17
Variation en % par rap- port à la moyenne de 24 h.	- 26	- 26

- Tableau VIII -

Influence du Chlorothiazide (Diurilix) sur
un sujet obèse.

Nombre de cas	Nombre de mesures	Perspiration insensible (g d'H ₂ O/h/m ²)	Cal./m ² /h Moyenne 24 h, 40,28	Cal./kg/24 h Moyenne 24 h, 20,06
1	5	16,7 ± 1,35	41,4 ± 4,04	24,4 ± 2,33
Variation en % de la moyenne de 24 h.			+ 2	+ 21

Le Chlorothiazide, diurétique puissant, ne modifie pas la perspiration insensible, quand on la rapporte au m². La réduction pondérale qu'il produit élève la perspiration par kg.

bilan des variations des compartiments corporels. Elles sont donc valables.

2) Les mesures de la dépense calorique totale basées sur celles de la perspiration insensible montrent que l'obèse a une perspiration insensible normale et une dépense calorique normale par m^2 si l'on estime que la thermolyse par vaporisation est de 25 à 30 % de la thermolyse totale à 18 - 22°C.

3) Par Kg de poids, la dépense calorique serait réduite de 33 % et par Kg de masse active elle est encore réduite de 13 %. Ainsi le coût d'entretien du Kg de poids est réduit chez l'obèse même lorsqu'on ne considère que sa masse active.

4) L'extra chaleur post-prandiale est normale en valeur absolue chez l'obèse. Elle correspond à une élévation de 40 % des dépenses à jeun. Les modalités des repas interviennent dans cette extra-chaleur.

5) La perspiration insensible nocturne est paradoxalement plus élevée que la perspiration insensible matinale. Cette augmentation correspond sensiblement à la perte calorique nécessaire à l'abaissement de la température corporelle nocturne. Elle est d'autant plus élevée par m^2 que le poids du sujet est plus grand. Il existe donc un temps de latence entre les variations de la thermogénèse et celles de la thermolyse, qui peut être d'autant plus grand que le poids du corps est plus élevé comme c'est le cas chez l'obèse.

6) Des facteurs multiples sont capables de faire varier la perspiration insensible :

- L'hormone antidiurétique la réduit rapidement de 40 %. Conjointement la température cutanée moyenne s'élève de 0,6°C. Il est probable qu'il y a là un effet sur la vasomotricité.
- Une substance de type cortisonique (Δ cortisone) produit un effet analogue.
- L'état émotif est de beaucoup le facteur le plus puissant pour réduire la perspiration insensible chez des sujets tels que

les obèses. La réduction qu'il produit atteint 50 % et s'accompagne d'une élévation de la température cutanée moyenne de 0,5°C.

- Une amphétamine élève la température des extrémités et réduit conjointement la perspiration insensible.
- Le repas est le seul facteur étudié ici qui élève à la fois la température cutanée et la perspiration insensible.

7) Ainsi les seules anomalies observées sur les constitutions obèses sont :

1) Une dépense calorique au Kg réduite de 33 % et de 13 % si on prend comme base le poids de la masse active.

2) Une capacité thermique plus grande rendant plus importante la perspiration insensible nocturne, accompagne la chute de température corporelle.

3) Des facteurs élevant la température cutanée comme une amphétamine, un cortisonique, l'hormone antidiurétique, les émotions, abaissent conjointement la perspiration insensible.

4) Seul le repas élève de façon identique en valeur absolue la perspiration insensible et la température cutanée dans les divers états constitutionnels étudiés.

*

* *

Chapitre II

Etude de la température cutanée

1) Rôle de l'état de nutrition

Le tableau IX montre que les températures cutanées des obèses et des normaux dans des conditions standards ($20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ de température extérieure, et un pyjama) ne diffèrent pas significativement.

Cependant si l'on compare les températures des obèses et celles des dénutris, on constate que les différences, non significatives, quand on prenait comme base de référence les normaux, le deviennent alors. Les différences moyennes sont de $1,4^{\circ} \text{C}$; ce sont les températures les plus périphériques (mollet, cuisse) qui diffèrent le plus.

Ce phénomène correspond à la capacité d'isolement thermique des obèses et peut s'expliquer soit par une circulation cutanée différente, soit plus probablement par une récupération thermique des tissus périphériques, en particulier sous-cutanés aux dépens de la circulation plus profonde.

(tableau IX).

2) Influence du repas

Le repas réchauffe. Il élève la température des membres de $1,5^{\circ}$ à 2°C .

(tableau X)

Les tableaux XI, XII, XIII, montrent que ce réchauffement se produit un peu plus chez l'obèse que chez le normal et le dénutri. L'obèse, plus froid au départ, se réchauffe davantage de ses extrémités.

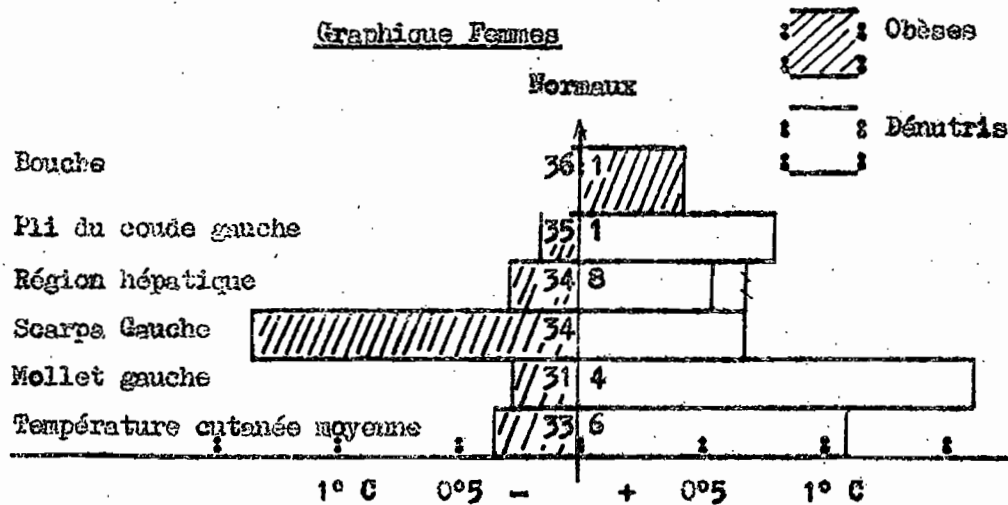
.../...

Tableau IX

Température cutanée et Etat de Nutrition

Température cutanée	Nombre: 4 Normaux de me-: femmes sures :	Nombre: 12 obèses de me-: femmes sures :	Nombre: 6 Dénutris de me-: femmes sures :	Nombre: 4 Normaux de me-: hommes sures :	Nombre: 3 dénutris de me-: hommes sures :
Mollet gauche:	8 : 31°4 ± 0°55 :	22 : 31°2 ± 0°43 :	12 : 32°9 ± 0°50 :	12 : 32°6 ± 0°62 :	6 : 33°5 ± 0°47 :
Scarpa gauche:	8 : 34° ± 0°72 :	22 : 32°6 ± 0°27 :	12 : 34°6 ± 0°31 :	12 : 33°1 ± 0°38 :	6 : 34°3 ± 0°35 :
Région hépatique:	8 : 34°8 ± 0°32 :	22 : 34°6 ± 0°17 :	12 : 35°3 ± 0°44 :	12 : 34°9 ± 0°25 :	6 : 35°1 ± 0°62 :
Pli du coude gauche:	8 : 35°1 ± 0°41 :	22 : 35° ± 0°26 :	12 : 35°9 ± 0°24 :	12 : 35°3 ± 0°31 :	6 : 35°7 ± 0°17 :
Bouche:	8 : 36°1 ± 0°18 :	22 : 36°3 ± 0°12 :	12 : 36°0 ± 0°20 :	12 : 36°5 ± 0°15 :	6 : 36°4 ± 0°26 :
Température cutanée moyenne:	8 : 35°7 ± 0°27 :	22 : 33°3 ± 0°22 :	12 : 34°7 ± 0°33 :	12 : 33°9 ± 0°45 :	6 : 34°6 ± 0°37 :

Graphique Femmes



Graphique Hommes

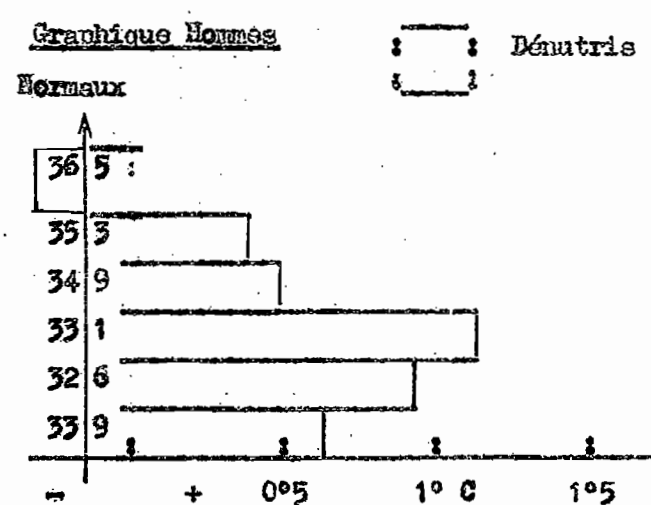



Tableau X

Influence des repas sur la température cutanée en général

Points d'enregistrement	Nombre de cas	Nombre de mesures	Moyenne avant le repas	Moyenne après le repas
Mollet gauche	20	40	31°5 ± 0°29	33° ± 0°24
Scarpa gauche	20	33	32°8 ± 0°33	34° ± 0°40
Région hépatique	20	39	34°8 ± 0°21	34°8 ± 0°18
Pli du coude gauche	18	35	35°2 ± 0°19	35°4 ± 0°21
Bouche	18	27	36°3 ± 0°18	36°2 ± 0°10
Température cutanée moyenne	18	33	33°5 ± 0°28	34°3 ± 0°25

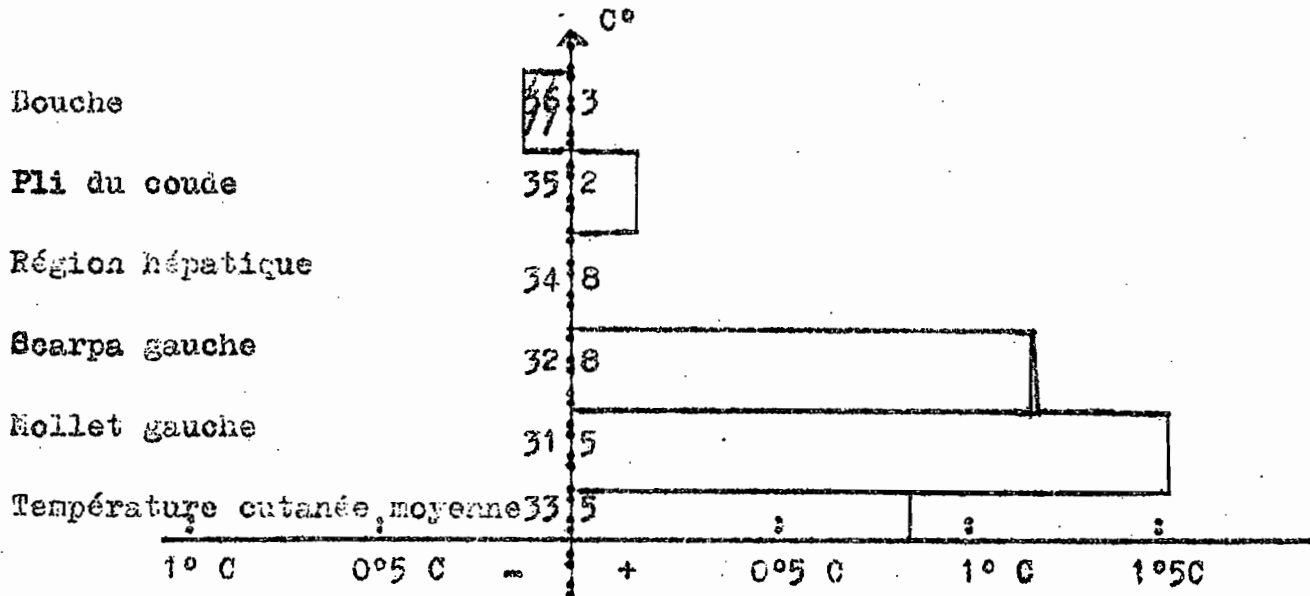
Représentation graphique



 Perte

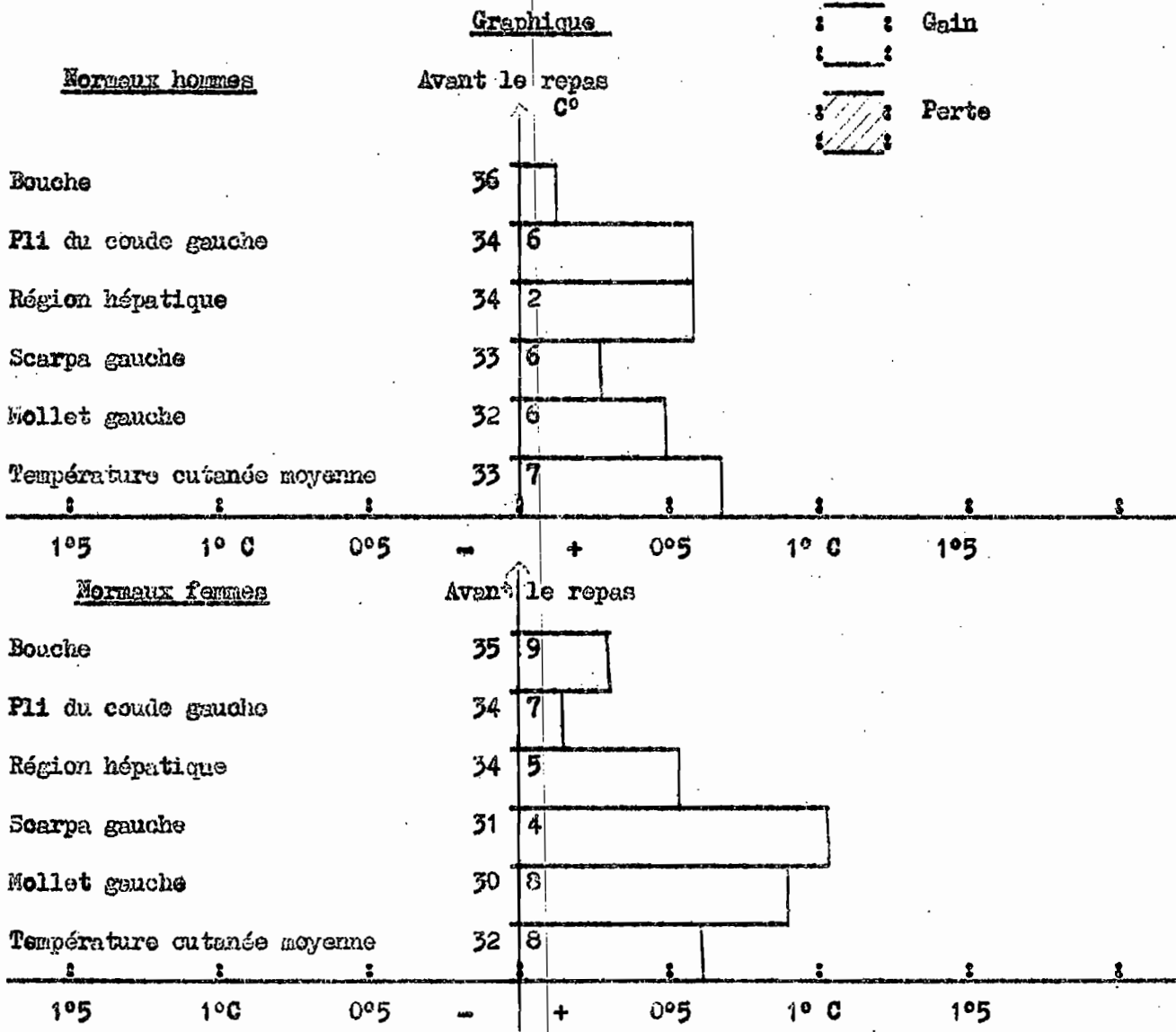
 Gain

Avant le repas



Influence des Repas sur la température cutanée

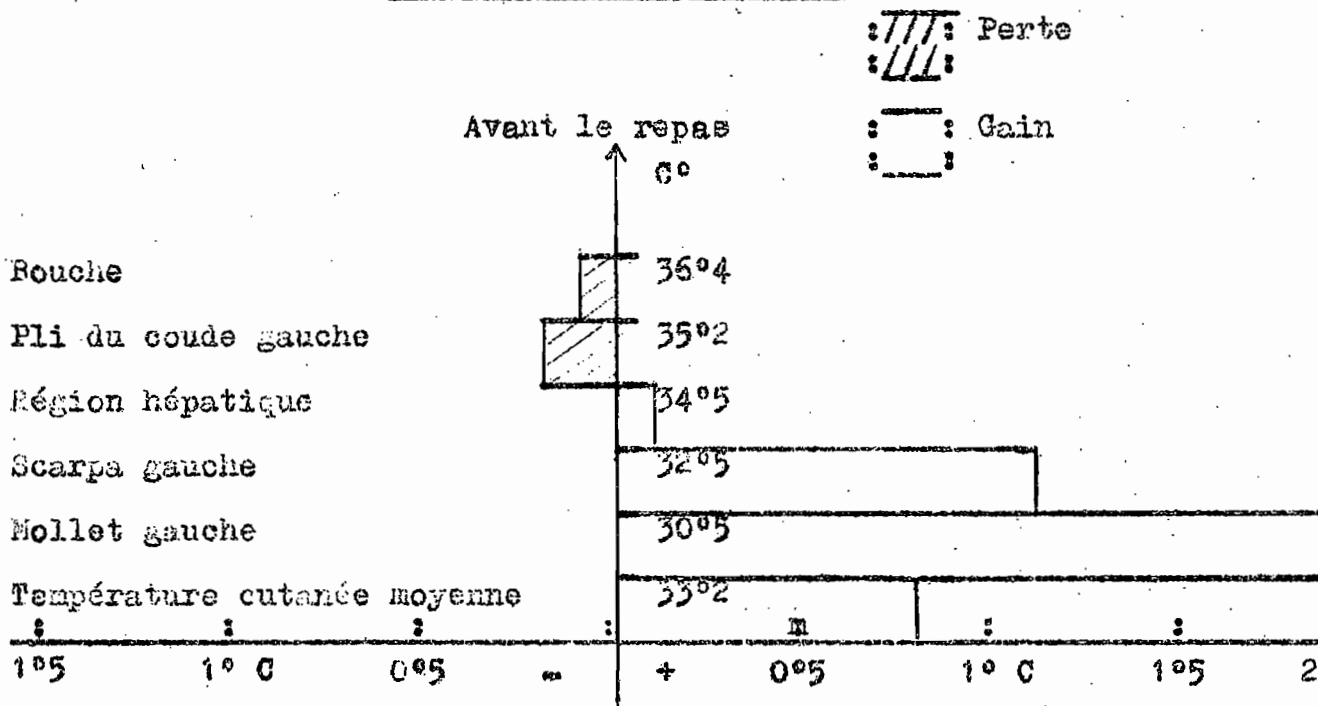
Température cutanée	4 normaux hommes			7 normaux femmes			
	Points d'enregistrement	Nombre de mesures	Avant le repas : moyenne	Après le repas : moyenne	Nombre de mesures	Avant le repas : moyenne	Après le repas : moyenne
Mollet gauche	6	6	32°6 ± 0°23	33° ± 0°32	7	30°8 ± 0°35	31°7 ± 0°30
Scarpa gauche	6	6	33°6 ± 0°27	33°8 ± 0°10	7	31°4 ± 0°22	32°5 ± 0°26
Région hépatique	6	6	34°2 ± 0°17	34°8 ± 0°18	7	34°5 ± 0°12	35° ± 0°15
Pli du coude gauche	6	6	34°6 ± 0°26	35°2 ± 0°14	7	34°7 ± 0°13	34°9 ± 0°17
Bouche	6	6	36° ± 0°12	36°2 ± 0°20	7	35°9 ± 0°21	36°2 ± 0°28
Température cutanée moyenne	6	6	33°7 ± 0°22	34°2 ± 0°25	7	32°8 ± 0°31	33°5 ± 0°35



Influence des repas sur la température cutanée

Température cutanée	Nombre de mesures	8 Obèses femmes	
		Avant le repas moyenne	Après le repas moyenne
Points d'enregistrement			
Mollet gauche	16	30°5 ± 0°48	32°5 ± 0°52
Scarpa gauche	16	32°5 ± 0°28	33°6 ± 0°58
Région hépatique	16	34°5 ± 0°19	34°6 ± 0°27
Pli du coude gauche	16	35°2 ± 0°24	35° ± 0°49
Bouche	16	36°4 ± 0°15	36°5 ± 0°10
Température cutanée moyenne	16	33°2 ± 0°32	33°9 ± 0°35

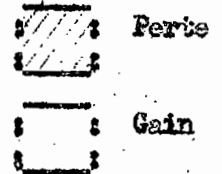
Représentation graphique



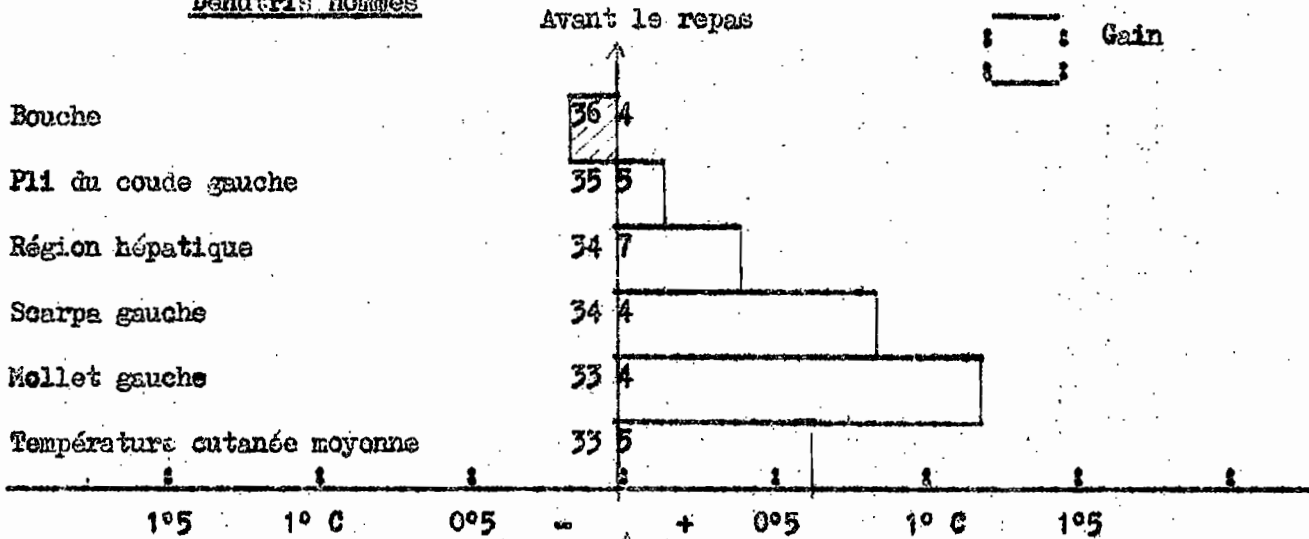
Influence des repas sur la température cutanée

Température cutanée	6 Dénutris femmes			3 dénutris hommes			
	Points d'enregistrement	Nombre de mesures	Avant le repas : moyenne	Après le repas : moyenne	Nombre de mesures	Avant le repas : moyenne	Après le repas : moyenne
Mollet gauche	8		32°6 ± 0°40	34°1 ± 0°34	3	33°4 ± 0°43	34°5 ± 0°32
Scarpa gauche	8		34°2 ± 0°28	35°1 ± 0°32	3	34°4 ± 0°25	35°1 ± 0°15
Région hépatique	8		35°1 ± 0°14	35°9 ± 0°33	3	34°7 ± 0°13	35° ± 0°20
Pli du coude gauche	8		35°6 ± 0°17	35°6 ± 0°54	3	35°5 ± 0°22	35°6 ± 0°31
Bouche	8		35°9 ± 0°23	36°1 ± 0°43	3	36°4 ± 0°38	36°2 ± 0°27
Température cutanée moyenne	8		34°4 ± 0°24	35°2 ± 0°35	3	34°5 ± 0°23	35°1 ± 0°28

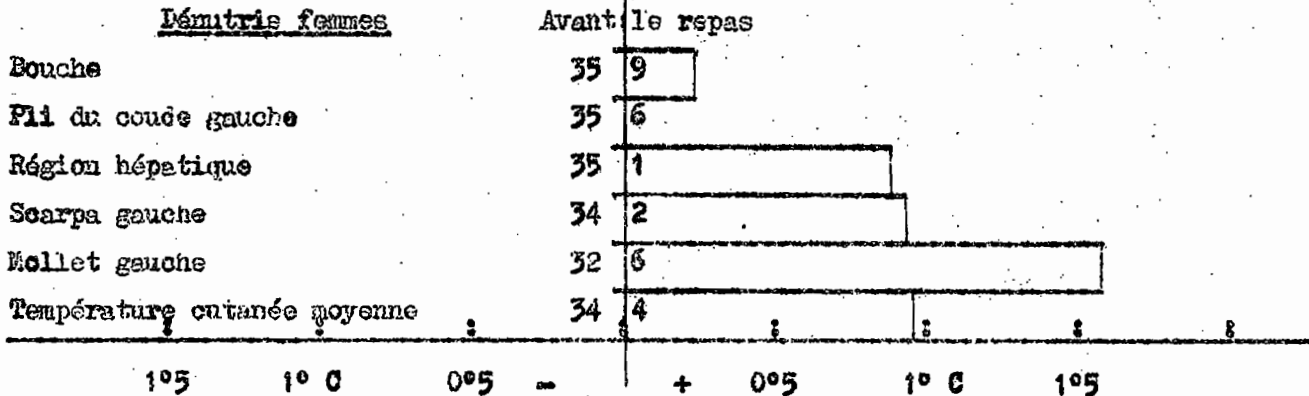
Graphique



Dénutris hommes



Dénutris femmes



3) Rythme nycthéral

Le dispositif à 5 fils par lequel nous mesurons les températures cutanées ne nous a pas permis de faire un nombre suffisant de mesures pendant le sommeil. Seuls des sujets à sommeil spontané particulièrement profond pouvaient dormir avec cet appareillage. Nous n'avons donc que des mesures partielles.

4) Influence des émotions

Chez 2 obèses (cf Tableau V), les températures moyennes avant et pendant la période d'émotion furent :

	Cas GOF ...		Cas RYCK ...	
	Avant	Pendant	Avant	Pendant
Mollet gauche	33°4	33°7	26°8	27°4
Scarpa gauche	33°8	32°5	31°7	30°9
Région hépatique	35°9	35°6	34°2	34°9
Pli du coude g.	32°6	33°4	35°9	36°2
Bras gauche	31°8	33°5	-	-
Température moyenne	33°5	33°7	32°1	32°4
Température moyenne	+ 0°2 C		+ 0°3 C	

Le phénomène d'élévation de la température corporelle d'origine émotive a déjà été observé par GOISEV et IVANOV (52) chez des sujets normaux, 1068 étudiants immédiatement avant et après le passage de l'examen de fin d'études (37-37°5). GOODWELL et coll (31) avaient observé le même phénomène.

Ainsi l'émotion qui réduit la perspiration élève légèrement la température cutanée.

5) Importance des variations de température cutanée produite par des agents pharmacodynamiques.

(tableau XIV)

a) Cigarettes :

) Chez des sujets normaux

Nous avons enregistré les températures cutanées en 5 points chez 6 jeunes filles de 20 à 25 ans non fumeuses à jeun (entre 10 h et 12 h), 1 heure avant et 1 heure pendant laquelle les sujets fumaient 2 cigarettes. Nous avons pris en même temps la pression artérielle avant et après l'enregistrement des températures cutanées.

Les résultats montrent une baisse de température cutanée qui touche surtout les membres inférieurs, alors que la température de l'avant bras et de la région hépatique s'élève.

Les tensions artérielles moyennes sont données ci-dessous :

	Tension artérielle maxima	Tension artérielle minima
Avant	11,3	6,8
Après	11,8	7,2

On peut donc penser que dans ces conditions la cigarette exerce une vasoconstriction périphérique.



L'action de la cigarette sur la température cutanée avait déjà été étudiée par SCHEURER et RIEMERSCHMID (57) qui avaient enregistré la température cutanée des extrémités digitales et de 9 autres points de la surface du corps chez 5 sujets normaux, déshabillés dans une chambre à 25° C avant et après avoir fumé des cigarettes. Après avoir fumé la température des doigts diminuait de 2 à 7° C le niveau minimum étant atteint au bout de 10 minutes, les effets étaient plus prononcés quand la fumée était avalée. Le dos de la main et du pied étaient

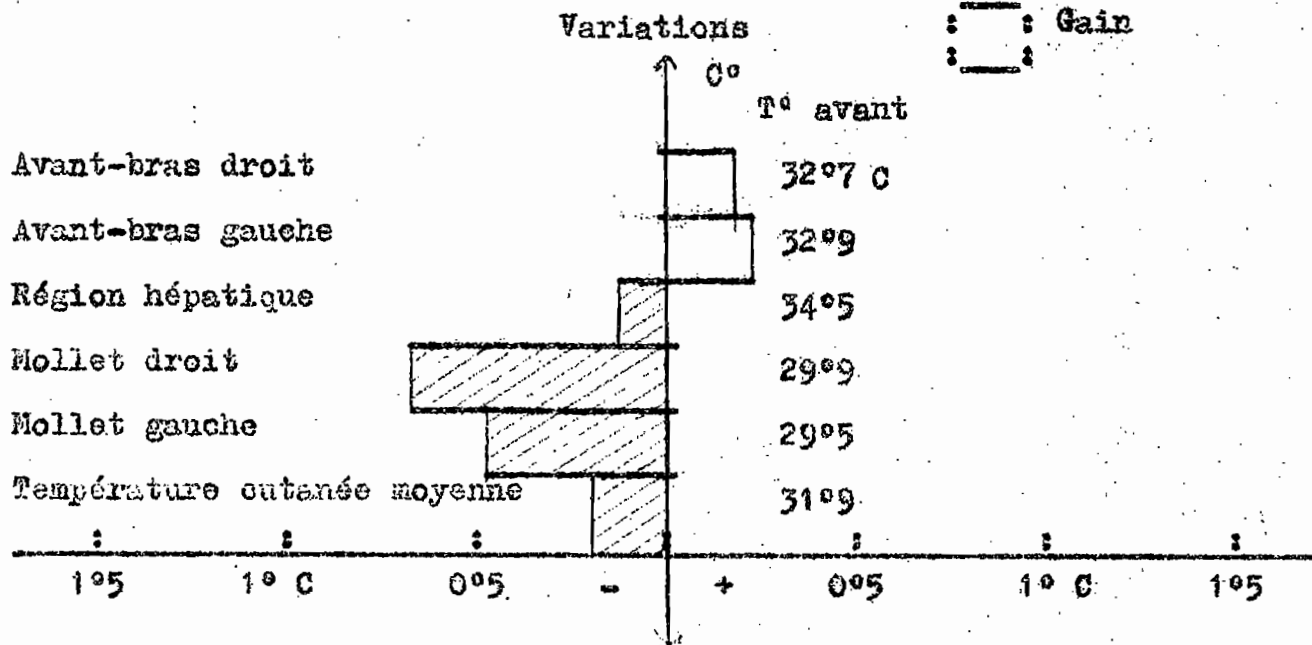
.../...

Influence de la cigarette sur la température cutanée
de sujets normaux (jeunes filles 20-25 ans)

Température cutanée Points d'enregistrement	Nombre de me- sures	Nombre de cas	Avant	Après
Mollet gauche	6	6	29°5 ± 0°44	29°1 ± 0°48
Mollet droit	6	6	29°9 ± 0°37	29°2 ± 0°53
Région hépatique	6	6	34°5 ± 0°61	34°4 ± 0°61
Avant-bras gauche	6	6	32°9 ± 0°58	33°1 ± 0°58
Avant-bras droit	6	6	32°7 ± 0°58	32°9 ± 0°58
Température cuta- née moyenne	6	6	31°9 ± 0°62	31°7 ± 0°60

Représentation graphique

 : Perte
 : Gain



.../...

eux aussi à une température plus basse de 1 à 3° C (maximum 4°6 C pour la main et 3°9 C pour le pied). La température de l'avant bras diminuait aussi de 0°5 à 1°5. Les températures cutanées des autres points du corps ne montraient pas de changement notable. Une étude plus récente de ALTENBURGER et PETZOLD a montré les effets de la nicotine (2) sur la température cutanée de sujets normaux masculins dans une chambre à 20°-21° C. Ils observent également une chute de température de 3-7°5 C aux extrémités digitales après 5 minutes seulement. L'injection de folliculine ou de testostérone modifie cette action. En particulier la folliculine inhibe très fortement le spasme vasculaire provoqué par la nicotine. La chute de température cutanée des extrémités digitales n'est plus que de 1°5 C au lieu de 7° C. Nos résultats sont en accord avec ces faits.

) Chez des artéritiques

Chez 3 artéritiques graves anciens gros fumeurs de sexe masculin nous avons réalisé la même épreuve, sans obtenir de réponse aux effets de la nicotine. Ils ne se comportent donc pas comme les sujets normaux.

(tableau XV)

b) Influence des alcaloïdes de l'ergot sur la température des artéritiques.

(tableau XVI)

Chez les mêmes sujets artéritiques graves de sexe masculin nous avons utilisé des doses infimes d'alcaloïdes de l'ergot de seigle (Hydergine 0,15 mg). Nous avons obtenu un abaissement moyen de température de 0°5 C. DIMITRIJEVIC (21) avait trouvé un abaissement de la température chez le rat de 4 à 4°7 C. BUCHANAN et coll (12) ont observé un effet analogue avec l'ergotoxine chez le rat blanc en y associant une hypothermie.



.../...

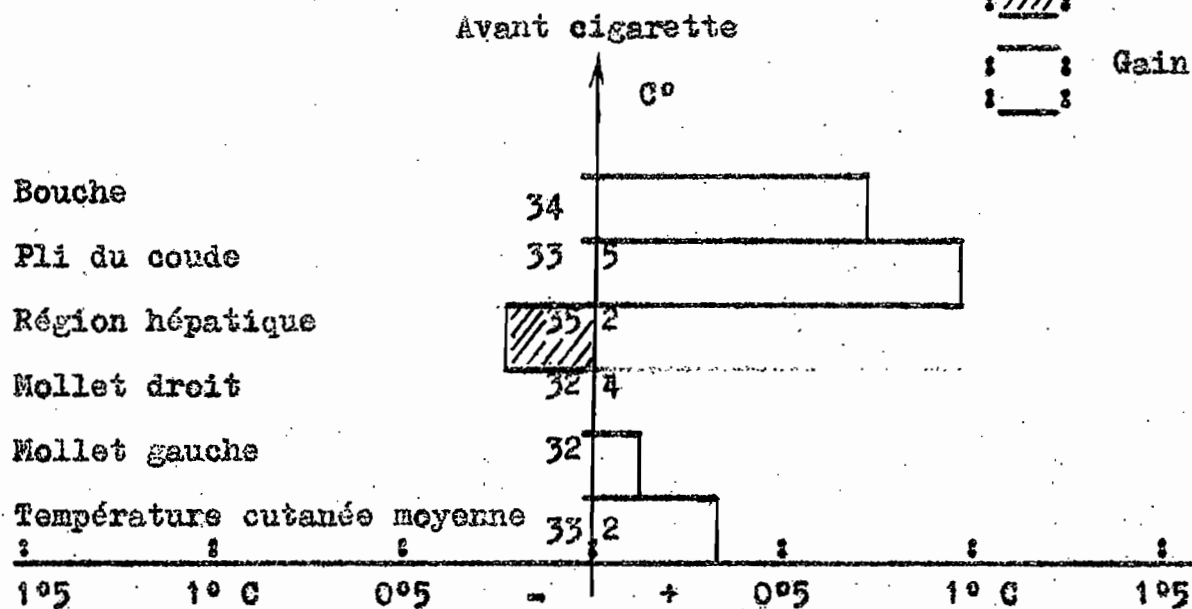
Tableau XV

Influence de la nicotine sur la température cutanée
des membres inférieurs chez les artéritiques (hommes)

Température cutanée Points d'enregistrement	Cas et mesures	Artérites avant cigarettes	Artérites après cigarettes
Mollet gauche	3	32° ± 0°28	32°1 ± 0°76
Mollet droit	3	32°4 ± 0°41	32°4 ± 0°53
Région hépatique	3	35°2 ± 0°12	35°0 ± 0°43
Pli du coude gauche	3	33°5 ± 0°65	34°5 ± 0°03
Bouche	3	34°0 ± 0°03	34°7 ± 0°24
Température cutanée moyenne	3	33°2 ± 0°27	33°5 ± 0°35

Représentation graphique

 Perte
 Gain





.../...

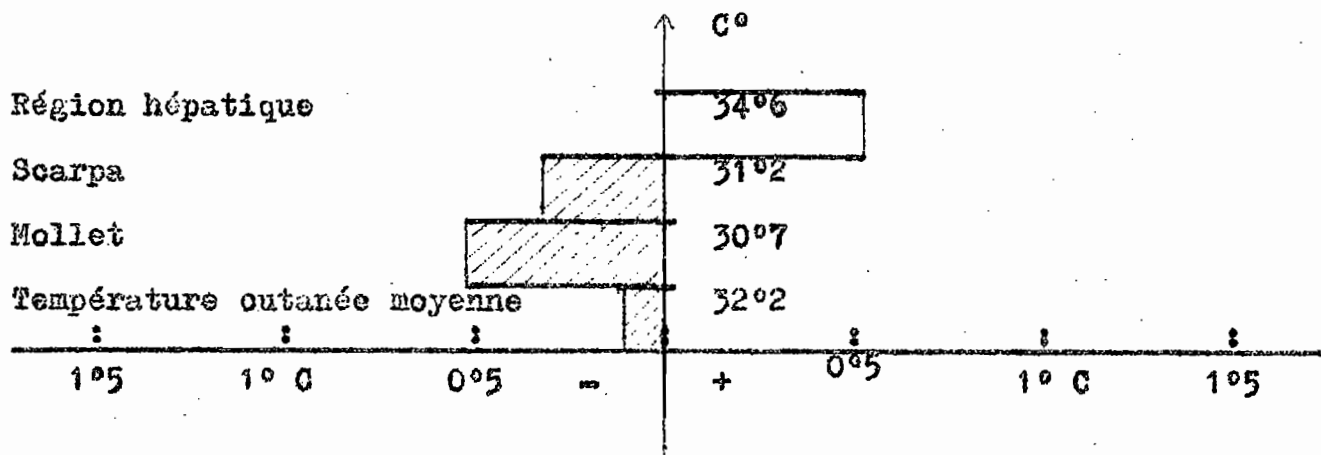
Influence des alcaloïdes de l'ergot sur la température cutanée des artéritiques (hommes)

Température cutanée Points d'enregistrement	Nombre de cas	Nombre de me- sures	Artérites jambe gauche	Artérites jambe gauche + 1/2 cc d'hyder- gine
Mollet gauche	3	3	30°7 ± 0°11	30°2 ± 0°11
Mollet droit	3	3	31°2 ± 0°12	30°9 ± 0°13
Région hépatique	3	3	34°6 ± 0°23	35°1 ± 0°51
Température cutanée moyenne	3	3	32°2 ± 0°12	32°1 ± 0°12

Représentation graphique

 Perte
 Gain

Avant Hydergine



Influence de l'alcool sur la température cutanée

		4 Normaux hommes			
Points d'enregistrement.	Nombre de mesures	Avant	1 h. après	2 h. après	3 h. après
Mollet gauche	4	33°1 ± 0°38	32°8 ± 0°36	33°7 ± 0°52	33°6 ± 0°09
Scarpa gauche	4	34°4 ± 0°25	34°3 ± 0°20	34°4 ± 0°25	34°2 ± 0°29
Région hépatique	4	34°7 ± 0°24	34°8 ± 0°10	34°8 ± 0°22	35° ± 0°39
Température cutanée moyenne	4	34°1 ± 0°27	34° ± 0°20	34°2 ± 0°30	34°3 ± 0°22

Représentation graphique

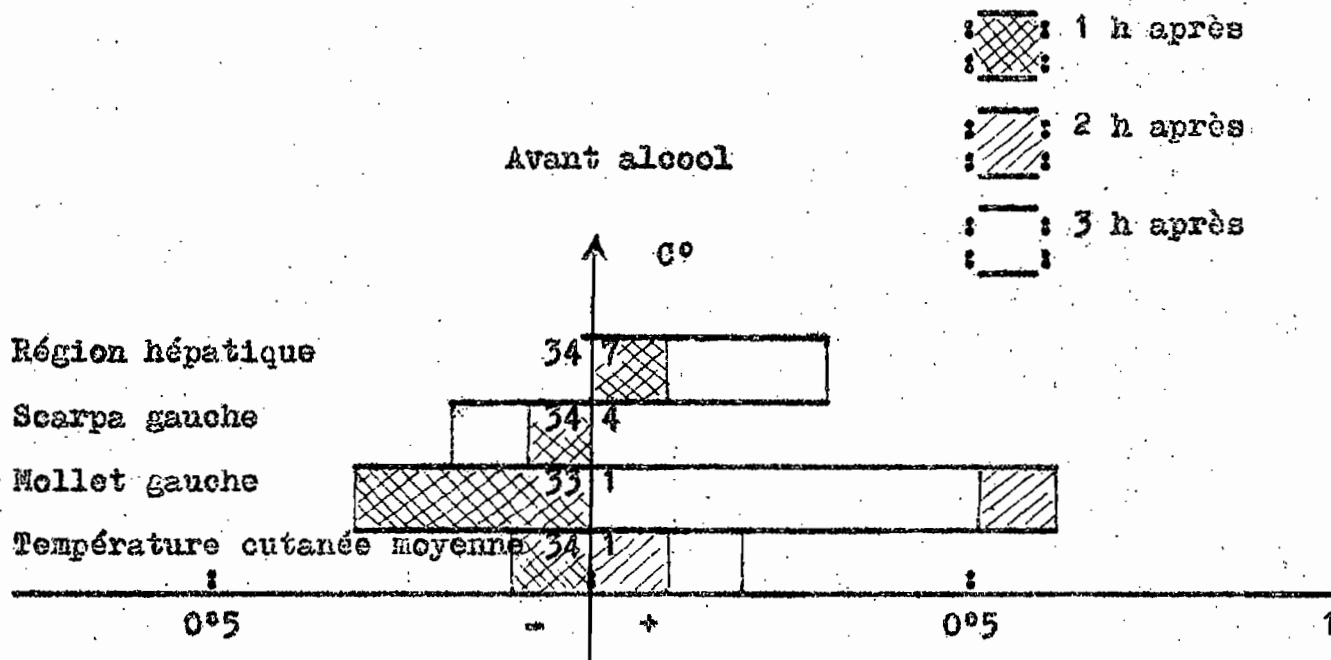
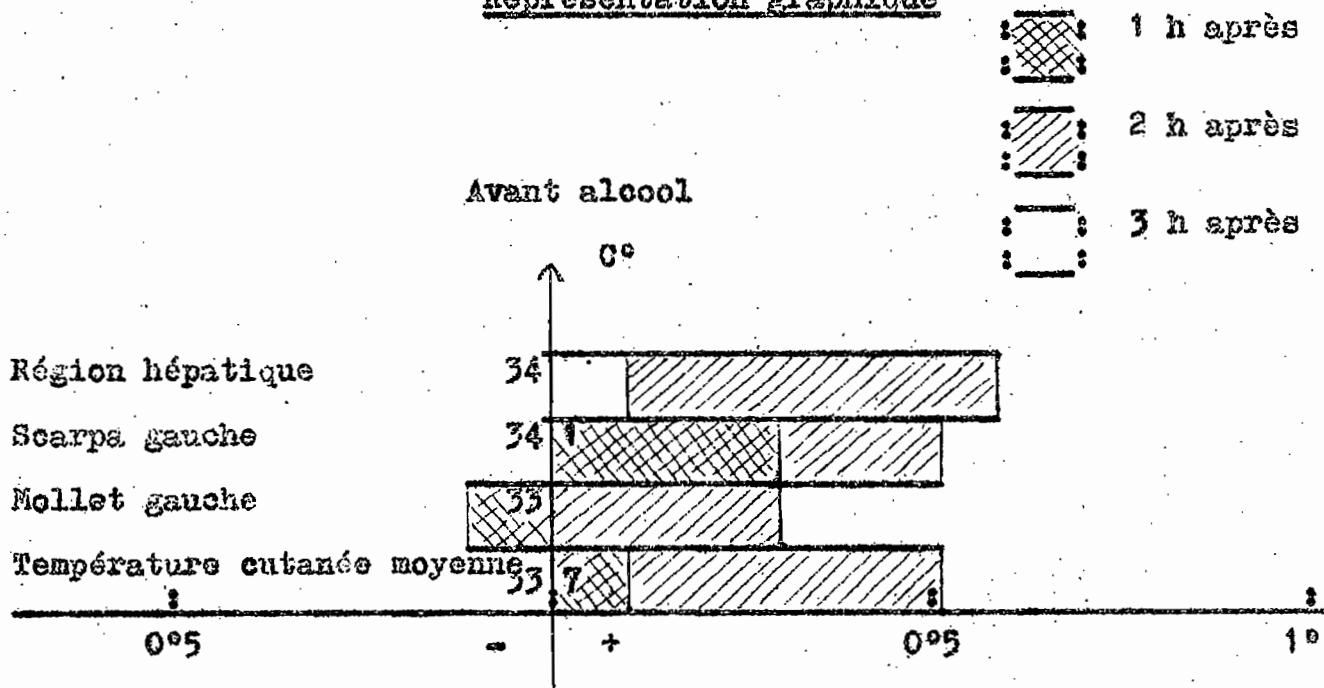


Tableau XVIII

Influence de l'alcool sur la température cutanée

		5 Ethyliques chroniques Hommes			
Points d'enregistrement	Nombre de mesures	Avant	1 H. après	2 h. après	3 h. après
Mollet gauche	5	33° ± 0°33	32°9 ± 0°27	33°3 ± 0°63	32°9 ± 0°60
Scarpa gauche	5	34°1 ± 0°16	34°4 ± 0°26	34°6 ± 0°32	34°1 ± 0°38
Région hépatique	5	34° ± 0°40	34° ± 0°25	34°6 ± 0°22	34°1 ± 0°17
Température cutanée moyenne	5	33°7 ± 0°28	33°8 ± 0°42	34°2 ± 0°48	33°7 ± 0°52

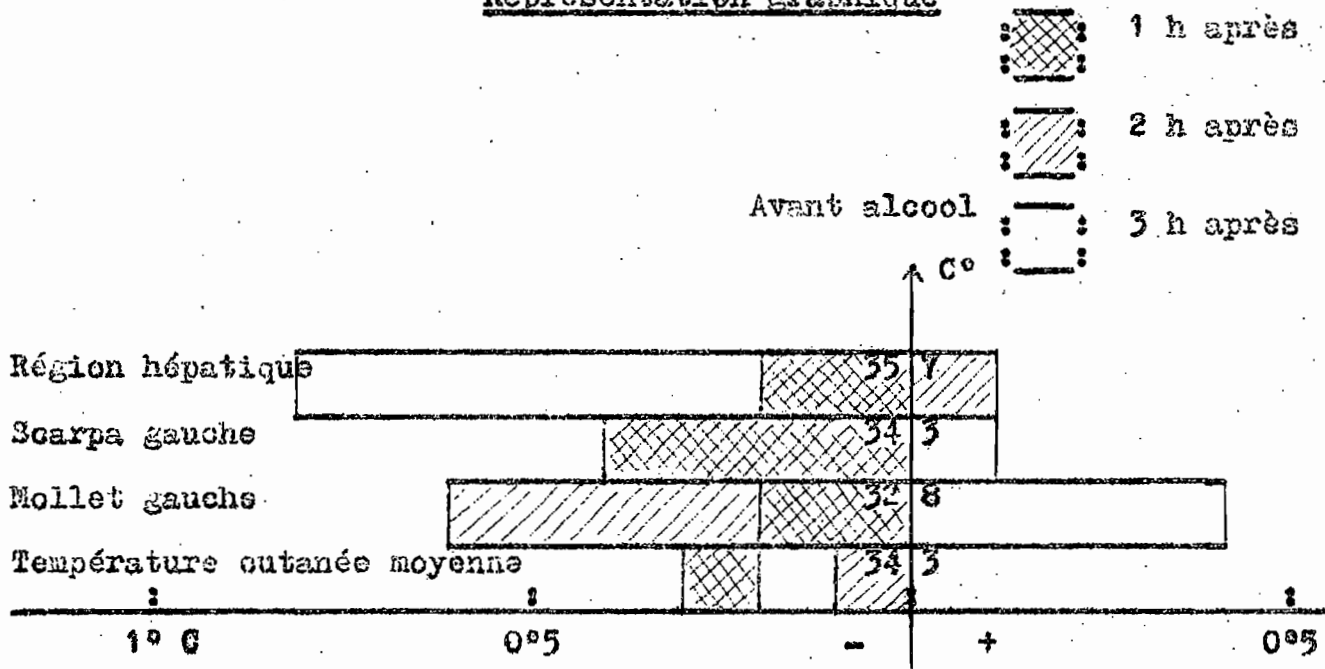
Représentation graphique



Influence de l'alcool sur la température cutanée

Points d'enregistrement	Nombre de mesures	4 cirrheses éthyliques femmes			
		Avant	1 h. après	2 h. après	3 h. après
Mollet gauche	4	32°8 ± 1°02	32°6 ± 1°11	32°2 ± 1°34	33°2 ± 1°10
Scarpa gauche	4	34°5 ± 0°92	33°9 ± 1°04	34°3 ± 1°10	34°4 ± 0°19
Région hépatique	4	35°7 ± 0°49	35°5 ± 0°67	35°8 ± 0°61	34°9 ± 0°62
Température cutanée moyenne	4	34°3 ± 0°80	34° ± 0°86	34°1 ± 0°88	34°2 ± 0°45

Représentation graphique



e) Alcool

Nous avons étudié les effets de l'ingestion de fortes doses d'éthanol, 0,8 g/kg chez trois séries de sujets normaux, éthyliques chroniques et cirrhotiques (tableaux XVII, XVIII et XIX).

Pendant la première heure on note une baisse de température cutanée au niveau du mollet chez les 3 groupes de sujets. Pendant la deuxième heure le réchauffement est maxima + 0°5 C chez les alcooliques chroniques et les normaux + 0°6 C alors que chez les cirrhotiques la température au niveau du mollet baisse de - 0°6 C. Enfin 3 heures après les sujets normaux présentent encore une phase de réchauffement, alors que ce phénomène ne se retrouve plus chez l'alcoolique chronique et seulement au niveau du mollet chez les cirrhotiques.

Ces oscillations de température ont déjà été observées expérimentalement sur les températures cutanées de lapins et de chiens par SZAWABOWICZ (61) qui donnait des doses per os ou intra-veineuses de 0,25 cc/100 g.

Les effets vasculaires périphériques de l'alcool sont donc complexes et varient suivant l'état du sujet, accoutumé ou non. N'ayant pas mesuré conjointement la perspiration nous ne pouvons pas en déduire s'il s'agit d'un simple effet vaso-moteur ou d'une variation des dépenses caloriques.

EN CONCLUSION :

- 1) Les températures cutanées des obèses rapportées à celles des normaux ne diffèrent pas significativement. Elles sont cependant en moyenne plus basses de 0,7° C. Les différences portent surtout sur les extrémités.
- 2) Comparées à celles des dénutris, les températures cutanées des obèses sont significativement plus basses (en moyenne de 1,4° C).

Ainsi, dans nos conditions de mesure, la thermolyse directe (radiation, etc...) est probablement un peu réduite chez les obèses, surtout si on les compare aux maigres. Ce fait peut s'expliquer soit par la récupération d'une certaine quantité de chaleur par les tissus sous-cutanés, soit par une circulation sous-cutanée réduite.

3) Les repas réchauffent les extrémités à peu près également chez tous les sujets ; ce phénomène est particulièrement net chez l'obèse.

4) Les états émotifs que nous avons vu réduire la perspiration, élèvent les températures cutanées. Une amphétamine produit le même effet.

5) Une analyse des effets des produits à action vaso-motrice nous a montré que l'importance des variations de température due aux repas ou à l'état émotif est de l'ordre de grandeur de ce que produit la cigarette (qui abaisse la température périphérique $(-0,5^{\circ})$; l'alcool qui l'élève de $(+ 0,5^{\circ})$ chez le sujet normal et l'alcoolique.

*

* *

Chapitre III

Dépense calorique totale dans l'obésité.

Chez 5 de nos sujets obèses nous avons mesuré la dépense calorique totale par 3 méthodes différentes.

1) Par mesure sur 4 à 12 semaines de tous les ingesta d'eau (eau de boisson + eau des aliments + eau d'oxydation des aliments + eau d'oxydation des graisses tissulaires consommées) et les excréta urinaires et fécaux. Cette méthode nous fournissait par différence l'eau de perspiration totale en vie normale dans une unité métabolique. Nous avons considéré que les calories ainsi perdues par vaporisation représentaient 30 % de la dépense totale.

2) Nous avons mesuré les bilans des calories, azote, sodium, ingéré et l'excrétion urinaire et fécale d'azote et de sodium en régime constant et réduit à 600-1.000 calories et 50-65 g. de protéines. Dans ces conditions nous avons mesuré la dépense calorique totale

$$E = \text{Cal. ing.} + \left(\text{cal. } \Delta \text{ protéines } \right) + \left(\text{Cal. } \Delta \text{ lipides } \right) \\ \text{corporelles} \qquad \qquad \qquad \text{corporels}$$

La variation de la masse protéique a été appréciée par le bilan d'azote. La variation de la masse grasse a été appréciée par :

$$\Delta \text{ poids} - (\Delta \text{ masse azote} + \Delta \text{ eau extracellulaire})$$

La variation de la masse extracellulaire a été appréciée de 2 façons. D'abord par le bilan de sodium, une variation de 140 mEq de sodium correspondant à une variation de 1 Kg. Puis en considérant que l'hydratation de la masse grasse était de 16 % (valeur de la littérature, mesurée par nous dans 2 cas).

3) Par nos mesures directes de perspiration insensible par la balance enregistreuse, les sujets étant alors au repos allongés, donc dans des conditions différentes de ce qu'il en était avec les 2 premières méthodes où les sujets marchaient et avaient une légère activité.

Les résultats sont présentés au tableau XX suivant.

Tableau XX

Calcul de la dépense calorifique globale (cal/24 h.)

NOMS	Méthode des bilans cal./24 h.	Méthode de NEWBURGH Bilan d'eau	Méthode de mesure directe de la perspiration insensible
RYC. ...	2.583	-	1.570
VEY. ...	2.875	2.697	1.862
WOL. ...	2.589	3.198	1.915
L'HU ...	2.490	2.255	1.549
LAM. ...	1.702	1.710	1.615
Moyenne	2.414 ± 195	2.462 ± 205	1.702 ± 112

Les 2 premières méthodes donnent des résultats concordants. La dépense totale observée est en moyenne de 59 % supérieure à la dépense basale, si on rapporte l'une et l'autre au m² (54 cal/m²/h. contre 34). Nos mesures de Métabolisme Basal et les tables donnent la même valeur moyenne de 34 cal/m²/heure. Cette dépense totale ne serait que de 25 % supérieure si on la rapportait au Kg de poids corporel et si la dépense de base était celle des standards (20 cal/Kg). Elle est de 41 % supérieure si on la rapporte aux dépenses basales mesurées (17 cal/Kg). En estimant la dépense calorifique d'activité à 0,28 cal/minute au-dessus des dépenses basales pour une lecture ou couture assise ; à 0,53 cal/minute pour la position debout ; à 1,63 pour la toilette ; à 5,3 pour la marche, chiffres valables

chez des sujets normaux (DURNIN et PASSMORE) (27). La dépense totale de nos sujets devait être de 600 à 700 calories de plus que leurs dépenses basales (soit 40 % environ).

Ainsi la dépense calorique totale de nos obèses, calculée d'après la perte de poids gras et les ingesta, apparaît sensiblement normale et constante tout au long de la cure.

Les mesures au repos allongé (incluant les dépenses post-prandiales et la nuit fournissent une dépense calorique totale de 1.700 calories soit une réduction de 700 calories qui pouvait correspondre à l'activité des sujets dans les 2 premiers cas, valeur en accord avec celle que nous venons d'estimer.

En conséquence :

1) Les dépenses caloriques totales mesurées par trois méthodes différentes dans l'obésité apparaissent normales dans nos conditions expérimentales rapportées au m².

2) L'extra chaleur post-prandiale est identique en valeur absolue chez l'obèse à ce qu'elle est chez le sujet normal.

3) La dépense calorique d'activité est identique à celle établie pour des sujets normaux.

4) Les particularités métaboliques de l'obèse sont les suivantes :

a) L'isolement et la capacité thermique de l'obèse sont plus grands que ceux du sujet normal. Nous avons établi ce fait en démontrant que la perspiration insensible nocturne en rapport avec la chute thermique était plus élevée que chez le normal. Il est donc probable que les besoins de thermogénèse de l'obèse peuvent être réduits. Ce point reste à démontrer expérimentalement.

b) Le coût calorique d'entretien du Kg de poids corporel est et de masse active est plus réduit que normalement.

c) Les réactions émotives mesurées par l'influence des émoctions sur les températures cutanées et la perspiration insensible sont

particulièrement intenses chez l'obèse.

a) Il resterait à étudier "la consommation de luxe" selon LAMBLING et De GRAEFE, à savoir, l'aptitude de l'obèse comparée à celle du normal, à ajuster ses dépenses à ses recettes lorsque celles-ci dépassent la normale, particularité qui reste probablement la plus caractéristique de l'état de l'obésité.

-:-:-:-:-

DISCUSSION

BENEDICT (6) est, semble-t-il, le dernier auteur à avoir consacré une étude importante à la mesure directe de la perspiration insensible. Il conclut son étude ainsi :

" La signification de la perte de poids invisible due aux évaporations gazeuses, au gaz carbonique et à l'eau dénommée "perspiration insensible" fut déjà reconnue, en 1614, par SANCTORIUS. Depuis ce temps des mesures de ces pertes ont été occasionnellement utilisées en clinique, principalement comme une aide pour apprécier le bilan d'eau.

2 méthodes furent employées : avec une balance à plateforme sensible à 10 g., les pertes insensibles furent déterminées sur une période de 9 ou 10 heures, permettant le calcul de la perte horaire avec une précision de 5 %. Une balance extrêmement sensible, capable de peser 100 Kg à 0,1 g. a été utilisée pour des périodes de 10 à 15 minutes. Les mesures faites par ces 2 méthodes indiquent que plus le sujet est lourd plus la perspiration insensible est grande.

Cette méthode montre clairement l'influence du poids, du repas et de l'exercice. Puisque ces facteurs affectent le métabolisme, il est évident qu'il y a une relation entre la perspiration insensible et le métabolisme".

Il présente une table estimant la dépense calorifique totale d'après la perspiration insensible basée sur un ensemble de mesures de la littérature.

L'instrument dont nous disposons permettant un enregistrement continu avec une précision de gramme et le minimum de gêne pour le sujet, nous a donc permis des mesures plus faciles et plus précises que celles enregistrées jusqu'ici.

Nous avons montré dans nos résultats après L.H. NEWBURGH (53), BENEDICT F.G. (4), SODERSTROM G.F. et DuBOIS E.F. (60) que l'estimation de la dépense calorifique à partir de la perspiration insensible

était une méthode probablement valable dans nos conditions expérimentales (18 à 22°C) en contrôlant les variations de la température cutanée. Cette méthode n'impose au sujet aucune contrainte. Elle a donc un intérêt théorique et pratique.

Les taux de perspiration insensible que nous avons observé en fonction de l'état nutritionnel ne s'éloignent guère des taux observés par ailleurs.

Voici les valeurs moyennes observées chez l'homme au repos, assis ou couché ou endormi :

BENEDICT et CARTENTER (5)	40 g/h.
OSBORNE (54)	44 g/h.
GILLIGAN et EUSALL (30)	35 g/h.
Résultats personnels	39,8 ± 5,7

BENEDICT et ROOT montrent qu'un sujet de 58 kg a une perspiration insensible de repos de 26 g/h., un sujet de 100 Kg de 33 g/h.

<u>REPAS.</u>		Nbre de cas	Avant le repas	Cal.	Prot. g.	Après le repas	<u>perspiration</u>
	<u>Auteurs</u>						
Hommes normaux	BENEDICT (1)	5	30,4	-	-	35,1	+ 4,6
Femmes normales	"	2	18,8	-	-	22,8	+ 4
Hommes normaux	personnel	4	27,9	1.655	55	38,8	+ 10,9
Femmes normales	"	7	23,8	1.250	47	32,5	+ 8,7

(1) Taux calorique et valeur des aliments non mesurés.

SOMMEIL.

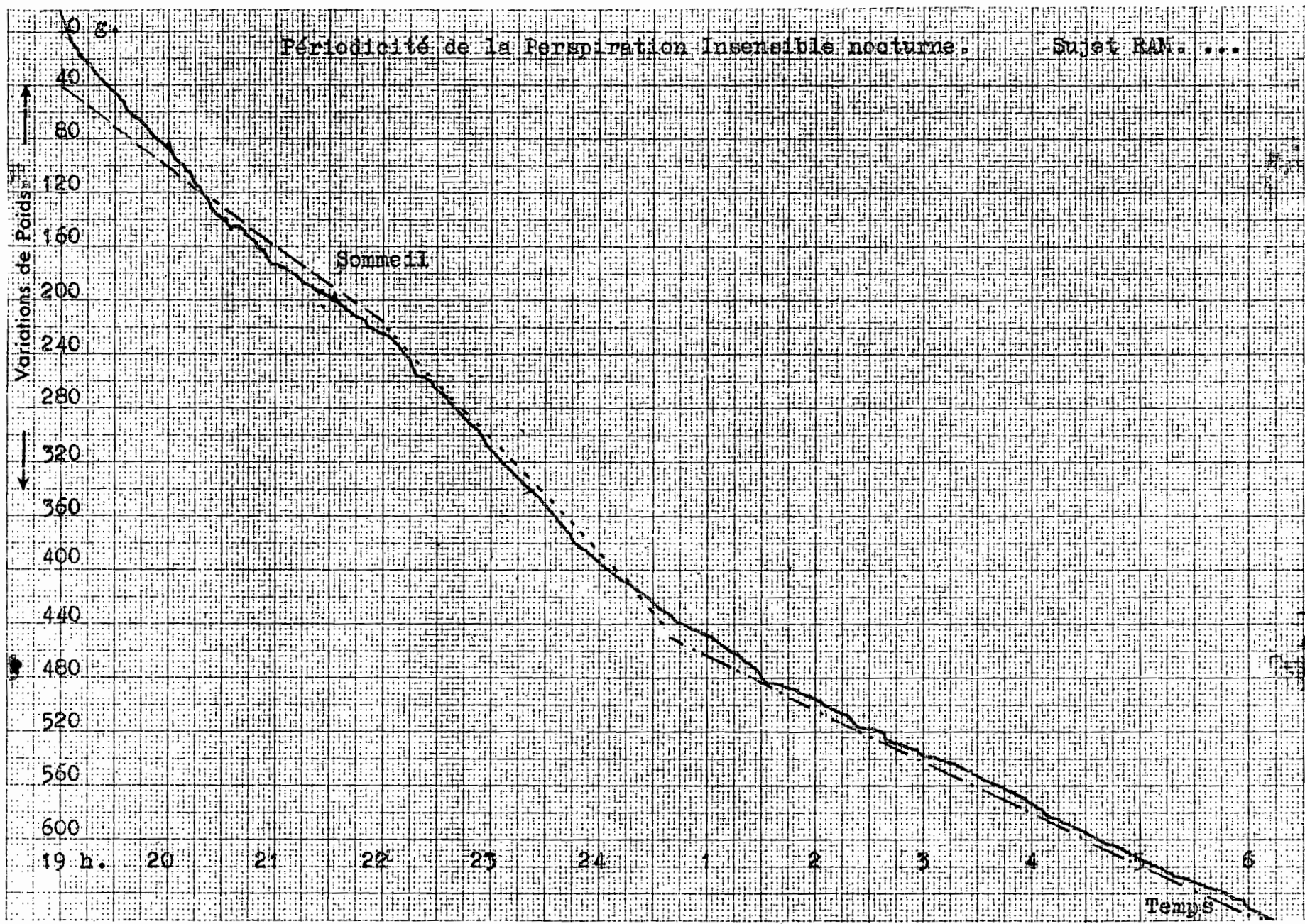
BENEDICT et ROOT donnent les chiffres suivants :

- 27,4 g/h. pour l'homme de 35 Kg
- 28,7 g/h. pour la femme de 74 Kg
- et 26 g/h. pour l'homme de 58 Kg
- 49 g/h. pour l'homme de 65 Kg

.../

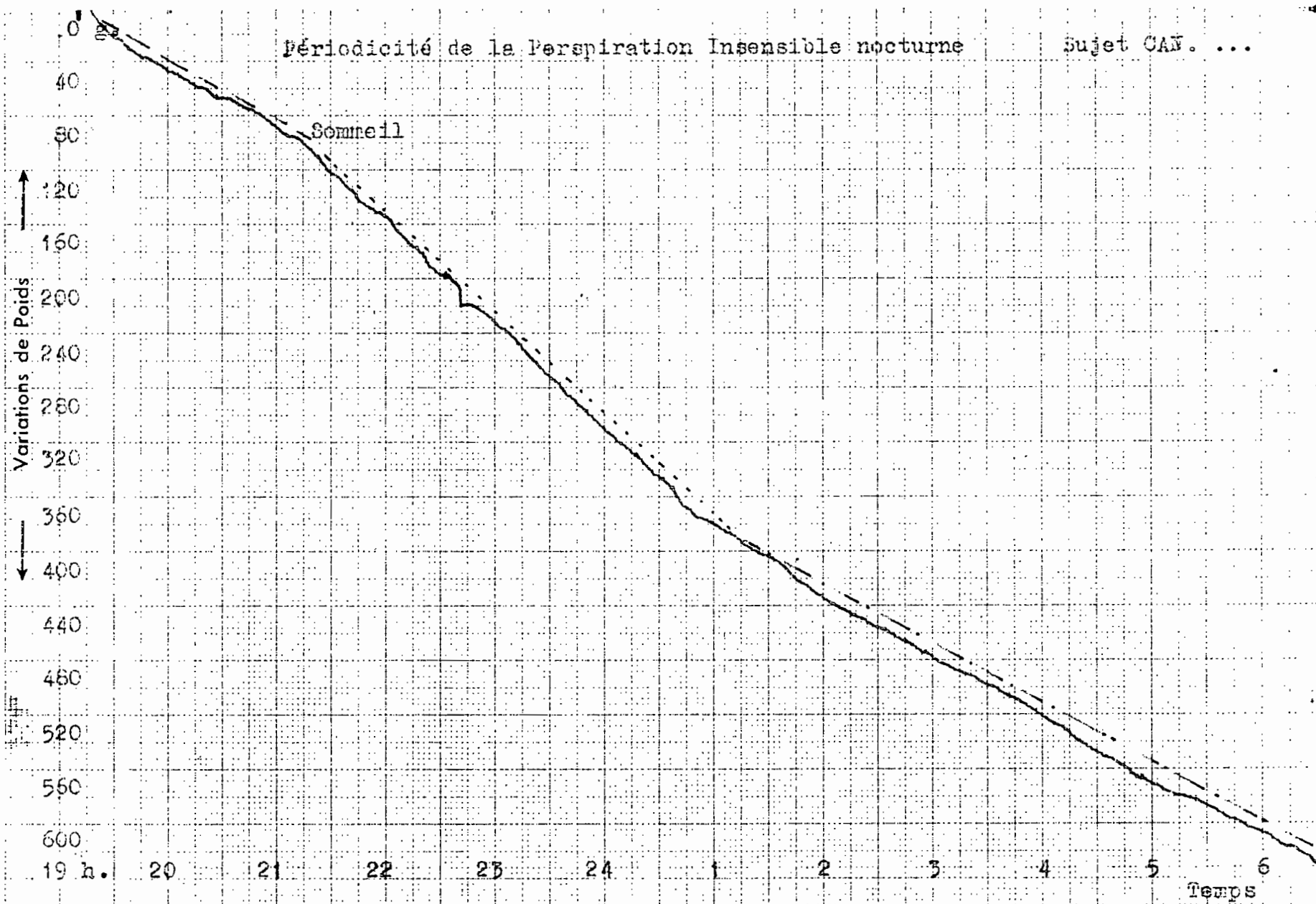
Périodicité de la Perspiration Insensible nocturne.

Sujet RAN. ...



Périodicité de la Perspiration Insensible nocturne

Sujet CAV. ...



Ces valeurs portant sur des sujets dont la perspiration insensible n'a pas été mesurée dans d'autres conditions ne sont pas interprétables. Comme le montrent les 2 courbes jointes, les pertes insensibles pendant le sommeil présentent des oscillations très amorties d'une périodicité de l'ordre de 3 heures. On sait que les études électroencéphalographiques ont montré une périodicité de même ordre des rêves (KLEITMAN et coll.) (42).

État endocrinien et métabolique.

La perspiration insensible dans des conditions de métabolisme basal a été trouvée augmentée chez les hyperthyroïdiens de nombreuses fois, en particulier par SODERSTROM et Du BOIS (60), BENEDICT et ROOT (6), NAGBEDAETZ (46), JONES (41), même lorsque les sujets ne suaient pas. Nos résultats sont donc concordants.

Mais, nous avons eu aussi la faculté d'enregistrer les perspirations insensibles chez 2 sujets porteurs de tumeurs malignes en évolution et il nous a été donné de constater une augmentation considérable de leur dépense calorifique estimée par perspiration insensible.

Ce fait confirme chez l'homme les données de CUTHBERTSON (20) montrant que dans les états cataboliques le métabolisme basal était élevé, d'une quantité égale à celle que pouvait expliquer l'augmentation de la dépense azotée.

Les données relatives à l'influence de l'état constitutionnel aux mesures simultanées de température, au rôle de la perspiration insensible nocturne dans la chute thermique nocturne, aux facteurs capables de modifier corrélativement les variations de température cutanées et celles de perspiration insensible, la mesure de l'ordre de grandeur de ces variations sont nouvelles. Cette nouveauté est due à la balance enregistreuse, sensible au gramme, balance de 0, permettant de faire arriver des fils sur le sujet sans perturber l'enregistrement; dont nous avons pu disposer.

C O N C L U S I O N

(1) Nous avons disposé d'une balance enregistreuse sensible au gramme, permettant sans troubler les mesures l'enregistrement conjoint des températures cutanées à l'aide de thermistances sur le sujet, placé dans un caisson. Des mesures prolongées et simples des pertes insensibles ont ainsi pu être pratiquées, associées à l'enregistrement des températures cutanées.

(2) Des mesures de la dépense calorique totale à partir de la perspiration insensible, en contrôlant les températures cutanées ont ainsi pu être faites. Elles donnent des résultats comparables à ceux obtenus par mesure des échanges respiratoires, par le bilan d'eau ou par le bilan des ingesta et variations des compartiments corporels. Elles sont donc valables.

(3) En moyenne les perspirations insensibles et dépenses caloriques rapportées au m^2 qui ont été déduites sont identiques chez 12 obèses femmes comparées à celles de femmes de poids normal.

- Par Kg de poids, la dépense calorique serait réduite de 33 % et par Kg de masse active de 13 %. Ainsi le coût d'entretien du Kg de poids chez l'obèse est réduit même par Kg de masse active alors que par m^2 il est normal.

- L'extra chaleur post prandiale est normale en valeur absolue chez l'obèse. Elle correspond à une élévation de 40 % des dépenses à jeun. Les modalités des repas interviennent de façon complexe dans les valeurs de cette extra chaleur.

(4) La perspiration insensible nocturne est paradoxalement plus élevée que la perspiration insensible matinale. Cette augmentation correspond sensiblement à la perte calorique nécessaire à l'abaissement de la température corporelle nocturne, elle est d'autant plus élevée par m^2 que le poids du sujet est plus grand. Il existe donc un temps de latence entre les variations de la thermogénèse et celles de la thermolyse qui peut être d'autant plus grand que le poids

du corps est plus élevé, comme c'est le cas chez l'obèse.

Les températures cutanées des obèses rapportées à celles des normaux ne diffèrent pas significativement. Elles sont cependant en moyenne plus basses de $0,7^{\circ}\text{C}$. Les différences portent surtout sur les extrémités. Comparées à celles des dénutris, les températures cutanées des obèses sont significativement plus basses (en moyenne $1,4^{\circ}\text{C}$). Ainsi, dans nos conditions de mesure, la thermolyse directe (radiation, convection ...) est probablement un peu réduite chez les obèses, surtout si on les compare aux maigres. Ce fait peut s'expliquer soit par la récupération d'une certaine quantité de chaleur par les tissus sous-cutanés, soit par une circulation sous-cutanée réduite.

(5) Des mesures de la dépense calorifique totale de l'obèse au repos au lit tout au long de la journée, incluant les dépenses post-prandiales et de sommeil, comparées à celles obtenues sur les mêmes sujets ayant une petite activité, par 2 méthodes (bilan d'eau, bilan des ingesta et des variations de compartiments corporels) montrent que les dépenses d'activité sont dans l'ordre de la normale chez l'obèse en régime réduit (600-1.000 calories, 55-65 g. de protéines).

(6) Les particularités métaboliques de l'obèse seraient donc les suivantes :

- a) son isolement et sa capacité thermique sont plus grands que ceux du sujet normal. Nous avons établi ce fait en démontrant que la perspiration insensible nocturne, en rapport avec la chute thermique, était plus élevée que chez les normaux. Il est donc probable que la mise en jeu des mécanismes de thermogénèse de réchauffement peut se faire avec un certain retard et donc avec économie,
- b) le coût calorifique d'entretien du Kg de poids est plus réduit que normalement.
- c) des réactions émotives mesurées par l'influence de l'émotion sur les températures cutanées et la perspiration insensible sont particulièrement intenses chez l'obèse,

B I B L I O G R A P H I E

1. ABRAMSON D.I., KAHN A., TUCK S. jr., TURMAN G.A., REJAL H., et FLEISCHER C.J.
J. of Clin. Invest., 1958, N° 37, pp. 1031-1039.
2. ALTENBURGER E. et PETZOLD H.
Klin. Wschr., vol. 20, avril 19, 1941, pp. 394.
3. ASCHOFF J. et WEVER R.
Naturwissenschaften Dtsch 1958, T. 45, N° 20, pp. 477-485.
4. BENEDICT F.G.
Proc. Nat. Acad. Sciences, U.S.A., 1925 (a), 11, 549.
5. BENEDICT F.G. et CARPENTER T.M.
Carnegie Instit. Washington Pub., N° 126, 1910, pp. 114.
6. BENEDICT F.G. et ROOT H.F.
Annales of Internal Medicine, 1926, July, vol. 38, N° 1, pp. 1-35.
7. BERGOMIE.
In Pathologia del Metabolismo G. di Mocco, 1 vol. 1020 p. 1954, p. 54.
8. BEST C.H., TAYLOR N.B.
The Physiological Basis of Medical Practice - Williams Wilkins
Edit - 4ème Edition, 1945, Baltimore , 1169 p., pp. 623-634.
9. BOHNENKAMP H. et PASQUAY W.
Arch. f.d. Ges. Physiol., 1931, 79, p. 228.
10. BROBECK J.R.
Yale J. Biol., vol. 20, July 1948, pp. 545-552.
11. BROZECK J. et GRANDE F.
Human Biology, 1956, N° 27, pp. 22-31.
12. BUCHANAN A.R., ROBERTS J.E. et ROBINSON B.E.
Proc. Soc. Exp. Biol. N.Y., vol. 68, 1948, pp. 143-150.
13. BURTON A.C.
J. of Nutrition, 1933, vol. 7, p. 497.

14. BURTON A.C.
J. of Nutrition, 1934, vol. 7, p. 481
15. BURTON A.C. et BAZETT H.C.
Amer. J. of Physiol., 1936, vol. 117, p. 36.
16. BURTON A.C. et MURLIN J.R.
J. of Nutrition, 1935, N° 9, p. 281.
17. BÜTTNER K.
Physikalische Bioklimatologie, 1 vol., 155 p.
Akadem. Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1938.
18. CAHN T. et HOUGET J.
Acad. Sciences, 1952, vol. 234, pp. 465-466.
19. CALVERY O.H., DRAIZE J.H., et LANG F.P.
Physiol. Rev., 1946, vol. 26, pp. 495-540.
20. CUTHERBERTON D.P.
The Biochemical Response to Injury Blackwell Scient. Publ.
Oxford, 1960, 1 vol. 467 p., pp. 193-216.
21. DIMITRIJEVIC I.N.
Bull. Acad. Roy. Serbe, Sect. B vol. 5, 1939, pp. 63-76.
22. Du BOIS E.F.
J. Amer. Med. Assoc., 1921, N° 77, pp. 352.
23. Du BOIS E.F.
Bull. N.Y. Acad. Med., 1939, N° 15, p. 143.
24. Du BOIS E.F. et HARDY J.D.
Temperature, Its measurement and Control in Science and
Industry, Rheinhold Pub. Corp. N.Y., 1941, 1 vol. 1362 p.
pp. 537-543.
25. DUBREUIL G. et BAUDRINOT A.
Manuel théorique et pratique d'Histologie, 4ème Edition
Vigot Ed., 1950, 627 p., pp. 247-256.
26. DUNNER M.
Dermatologica, Basel, vol. 93, 1946, pp. 249-271.
27. DURNIN J.V.G.A. et FASMORE R.
Physiol. Rev., octobre 1955.

28. BLAUGH F.G. et THAUER R.
J. of Appl. Physiol., oct. 1950, vol. 3, N° 4, pp. 173-182.
29. FOX R.H.
Brit. Med. Bull., vol. 17, N° 1, Jan. 1961, pp. 14-15.
30. GILLIGAND R.D. et EDSALL G.
J. of Clin. Invest., 1935, T. 14, pp. 659-664.
31. GOODHILL H., GRAHAM D.F., WOLFF H.G.
Proc. Ass. Res. Nerv. Ment. Disease, 1949. Res. Pub.
vol. 29, 1949, pp. 418-432.
32. GOTSEV T. et IVANOV A.
Acta Physiol. Hung., vol. 1 (I), 1950, pp. 53-62.
33. HALE F.C., WESTLAND R.A. et TAYLOR G.L.
The influence of barometric pressure and vapor pressure on
insensible weight loss in nude resting man, 1957, pp. 28
Washington U.S., Department of Commerce P.B. 121921.
34. HAMILTON B. et ENTIN A.M.
Plastic and reconstructive Surgery, vol. 3, 1951, pp. 569-584.
35. HARDY J.D.
Heat Transfert in Physiology of heat regulation and the Science
of Clothing, pp. 78-108 - Ed. by L.E. Newburgh Philadelphia
Saunders 1949.
36. HARDY J.D. et SODERSTRON G.F.
Journal of Nutrition, 1938, vol. 16, p. 488.
37. HARDY J.D. et STOLL A.M.
Journal of Appl. Physiol., 1954, N° 7, pp. 200-211.
38. HOUGHTON F.G. et YAGLOGLOU.
Tr. Am. Soc. Heat and Vent. Eng., 1923, N° 29, p. 163.
39. IAMPINETRO F.F. et BUSKIRK R.
Journ. of Appl. Physiol., vol. 15, N° 2, mars 1960, pp. 212-14.
40. JUSTIN-BESANCON L., TREMOUILLERES J., LAMOTTE-BARILLON, S., SAUTIER Cl.
Path. et Biol., Arch. de Biol. Méd., 1957 déc., pp. 2299-2308.
41. JONES A.
Klin. Wochenschr., 1932, vol. 11, p. 2065.

42. RIMITMAN N.
Scient. Amer., nov. 1960, vol. 203, N° 5, pp. 82-90.
43. KLOTZ H.P., TREMOLIERES J., ELMALEN H. et GROS J.
Bull. et Mém. Soc. Méd. des Hôp. de Paris, 76ème année,
N° 32, 1960, pp. 1244-1266.
44. LEMOINE J. et BLANG A.
Traité de Physique générale et expérimentale - Eyrolles Edit.
Paris 1946, 1 vol. 860 p., pp. 819.
45. LEFEVRE J.
Chaleur animale et bioénergétique, Paris, Masson Edit. 1911.
- 45 bis. MAC MILLAN I.R.K. et MACHELL E.S.
British Medical Bull., vol. 17, N° 1, Jan. 1961.
46. MAGENDANTZ H.
Deutsche Arch. f. Klin. Med., 1932, 173, p. 44.
47. MALI J.W.H.
Med. Tsch. Geneesk. Neerland, 1951, T. 95, mai, pp. 1544-1555.
48. MELETTE H.C., HUTT B.K., ASKOVITZ S.I. et HORVATH S.M.
Journ. of Appl. Physiol., vol. 3, mai 1951, pp. 665-675.
49. WISSEFARD A.
Chaleur et industrie, N° Sept-Oct. 1931.
50. MULLER G.
Communication et Discussion au IIIè Congrès Intern. d'Evian
Sept. 1951, 1 vol. 167 p., pp. 74-75 - Exp. Scient. Fr. Edit.
Paris 1952.
51. NELSON N.A., RICHNA L.W., HORVATH S.M. et SHELLEY R.B.
1946, Thermal exchanges of man, 1 fasc. 17 p., Armed med.
Res. Lab. Pj 2/17.
52. NIELSEN K.S.
Physiol. of the Camel Scient. Amer., vol. 20, N° 6,
déc. 1959, pp. 75-81.
53. NEWBURGH C.H. et JOHNSTON M.W.
Journ. of Clin. Invest., 1930, T. 8, p. 147.

54. OSBORNE W.A.
Journ. of Physiol., T. 41, déc. 1910, pp. 345.
55. PI-SUNER J.
Ciencia Mex., 1940, T. 1, N° 6, pp. 245-253.
56. RIBAUD G.
Mesure des températures, 1 vol. 248 p., A. Colin Edit. Paris
3ème Edition, 1948, pp. 193-197.
57. SCHURER O. et RIEMERSCHMID G.
Zachr. ges. exp. med., vol. 107, 3, 1940, pp. 391-392.
58. SHEARD G.
Medical Physics, 1947, N° 50-51, pp. 1523-1553.
59. SHEARD G., WILLIAMS N.E.D., ROTH G.H. et HORTON B.T.
Tr. Am. Soc. Heat et Vent. Eng., 1939, vol. 45, p. 135.
60. SODERSTROM G.F. et Du BOIS E.F.
Arch. of Intern. Med., 1917, XIX, p. 931
61. SZWABOWICZ A.
Acta Biol. Exp. Warsz., vol. 12 (23), 1938, pp. 130-138.
62. WINSLOW C.E.A., HERRINGTON L.P. et GAGGE A.F.
Amer. Journ. of Physiol., vol. 115, p. 641, 1936 (a)
63. Idem idem p. 669, 1936 (b)
64. Idem idem vol. 120, p. 1, 1937 (a)
65. Idem idem p. 288, 1937 (b)
66. Idem idem vol. 124, p. 692, 1938

---:---:---:---:---:---:---:---:---