

EFFETS THERMIQUES LOCAUX POTENTIALISES PAR LES EFFETS DES ONDES RADIOFREQUENCES EMISES PAR TELEPHONIE MOBILE SUR LA VASOMOTRICITE CUTANEE

Nathalie LOOS

(MCU, Section Neurophysiologie)

UNIVERSITÉ de Picardie

Jules Verne



PERITOX, EA 4285-UMI 01 Unité mixte INERIS:

** UFR Médecine, SFR CAP-Santé (FED 4231),
Université de Picardie Jules Verne, Amiens, 80*

❑ ↑ preuves des effets sanitaires des ondes RF de téléphonie mobile :
cf. l'OMS qui les a classé comme « possible cancérogène »



❑ Effets **athermiques** (niveaux très faibles d'exposition):
effet **biologique ou nocif** ?

❑ La **peau**: interface biologique entre le corps et le téléphone (mode vocal)

✓ Etude de Monfrecola (2003):

Microdébit sanguin cutané (SkBF) seul: augmenté pendant utilisation du téléphone portable (mode vocal)

Problème: pas de contrôle de température ambiante
or effet +++ sur vasomotricité cutanée

✓ Autres études (Anderson, 2007; Straume, 2005;...):

Température cutanée (Tsk) seule: augmentée sous expo RF

V. Anderson and J. Rowley. *Bioelectromagnetics*. 28:159-162, 2007.

A. Straume, G. Oftedal and A. Johnsson. *Bioelectromagnetics*. 26:510-519, 2005.

G. Monfrecola, G. Moffa and E.M. Procaccini. *Dermatology*. 207(1):3-5, 2003



Hypothèse

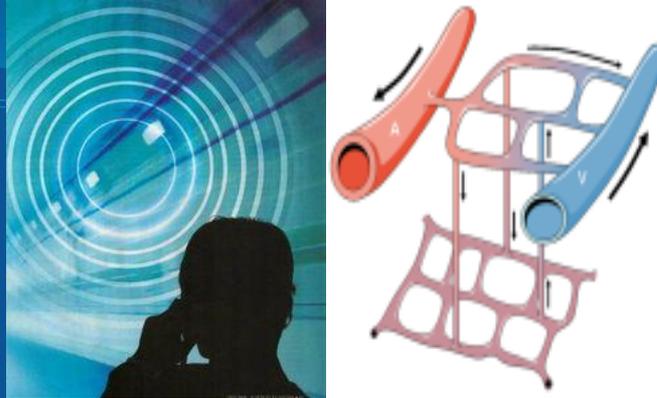
Objectifs d'étude

Déterminants des changements de débit sanguin cutané :

- uniquement des effets thermiques? : réchauffement de la peau par dissipation de l'énergie produite par les composants électroniques du téléphone
- ou
- Effet thermique + effet spécifique des ondes RF?: inconnu



Détermination sur le plan qualitatif & quantitatif



Principal objectif

Etudier SkBF et Tskin
avec la même résolution spatio-temporelle
à température ambiante constante

Objectif secondaire

Etudier la réactivité vasculaire
à un stimulus hyperthermique

MATERIELS AND METHODES

Population et site



- ❖ 20 sujets adultes : 12 femmes et 8 hommes
Moy \pm DS : âge: $25 \pm 3,9$ ans ; poids: $68,3 \pm 11,4$ kg; taille: $173 \pm 9,5$ cm.
- ❖ Critères d'inclusion :
Aucune pathologie cardio-vasculaire et/ou neurosensorielle; aucune prise de substances vaso-actives
- ❖ Température ambiante constante : $24,0 \pm 0,6$ °C
- ❖ Contexte éthique légal : consentement des volontaires + approbation du Comité de Protection des Personnes, Nord-Ouest II
- ❖ Site: Centre de Recherche Clinique (CRC), Hopital sud, CHU d'Amiens, Picardie

Technique: Laser doppler thermostatique

Enregistrements simultanés de SkBF et Tsk sur le même site anatomique:

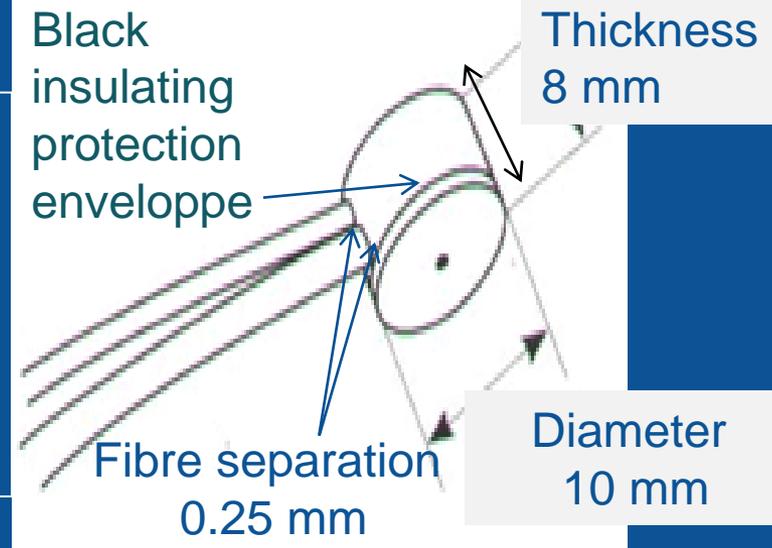
sonde thermique intégrée dans la sonde laser Doppler (diamètre ~1 cm).



System Periflux 5010,
Perimed, Craponne, France

Caractéristiques de la fibre optique :

- ✓ Emission d'un rayon laser: 780 nm de longueur d'onde
- ✓ Profondeur de pénétration: ~0.5-1 mm



Laser Doppler thermostatic probe

Systeme d'exposition GSM

2 téléphones, 2 situations



Exposition "réelle" RF
Mode "ON", vocal
Emission de chaleur
+ Emission d'ondes RF

Exposition "sham"
Mode "ON", vocal
Emission de chaleur
Pas d'émission d'ondes RF
(charge résistive de 50 ohms a
été placée sur le connecteur
d'antenne)

- ✓ GSM: 900 MHz
- ✓ DAS : 0.49 W pour 10 g de tissu;
- ✓ Fréquence: 217 Hz, cycle: 1/8

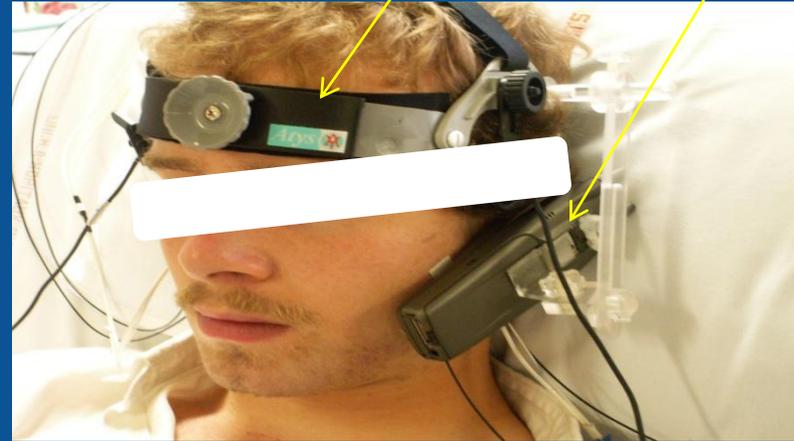
Méthode

Sonde laser doppler
Côté ipsi latéral



Helmet

téléphone

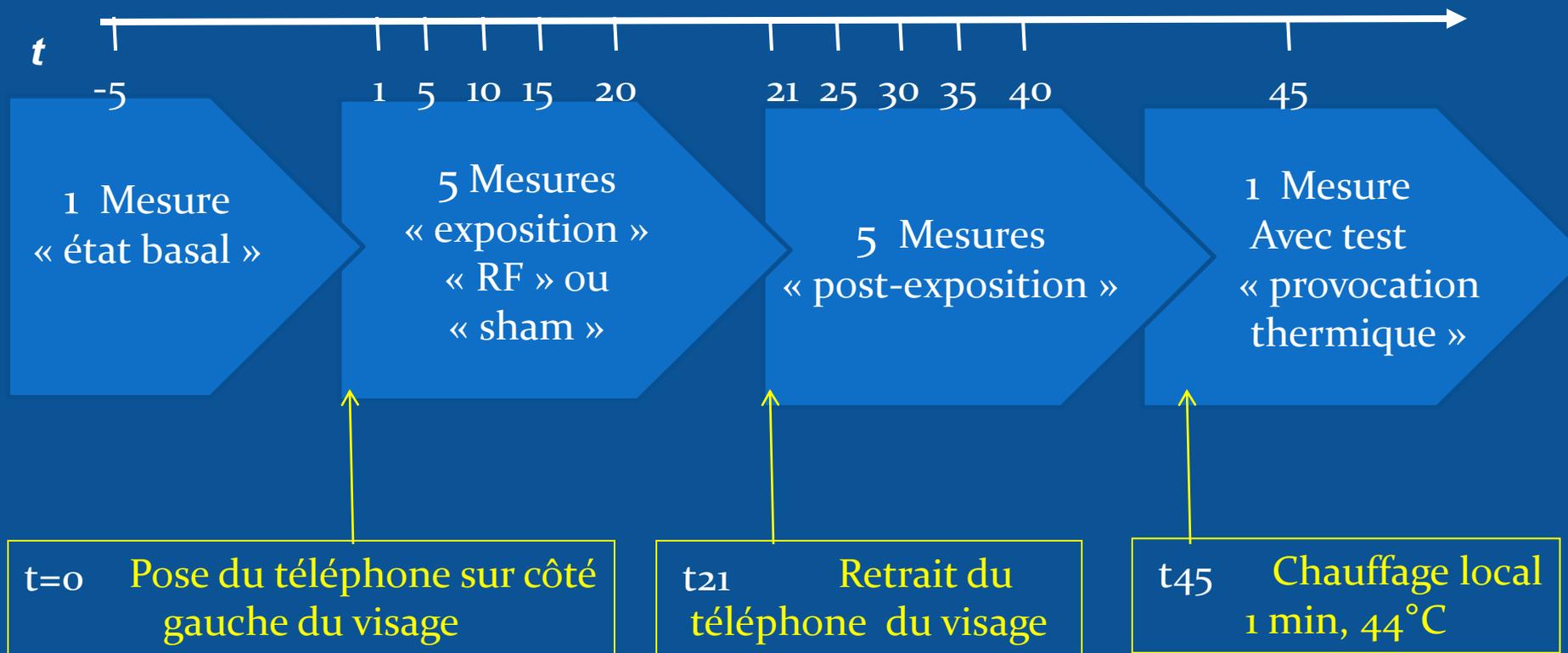


- ❖ 2 sondes laser Doppler sur la joue à 0.5 cm du lobe de l'oreille :
 - côté ipsi latéral : côté gauche du visage, côté **EXPOSE** au téléphone ;
 - côté **contra latéral** : côté **NON EXPOSE**, côté contrôle

Protocole

2 sessions randomisées en double-aveugle: "RF" and "sham"

Enregistrement s en continu et en temps réel de $SkBF$ et Tsk Durée (minutes)



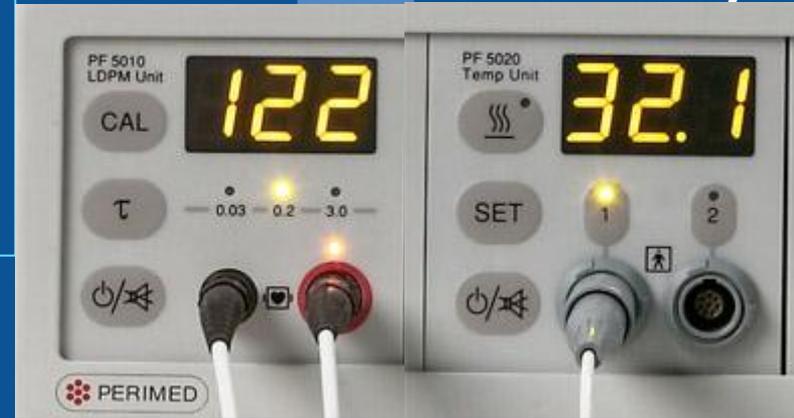
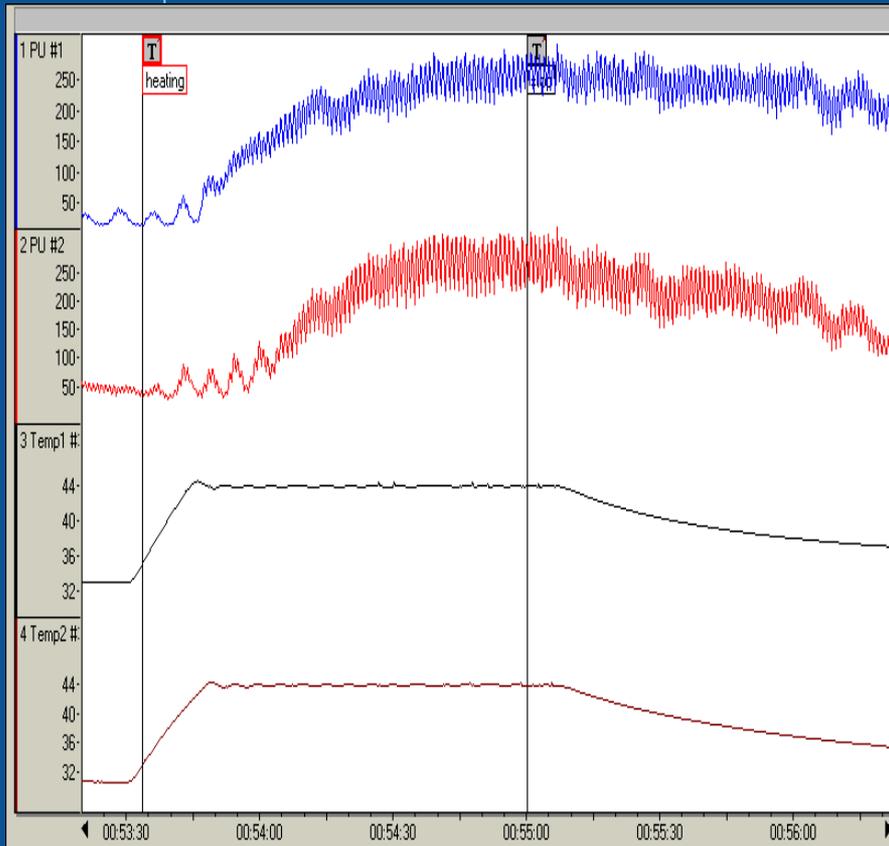
Thermoneutralité (24 °C)

Test de provocation thermique

UNIVERSITÉ de Picardie

Jules Verne

Réponse locale : hyperémie réactive suite à une augmentation de la température (44°C pendant 1 min*)

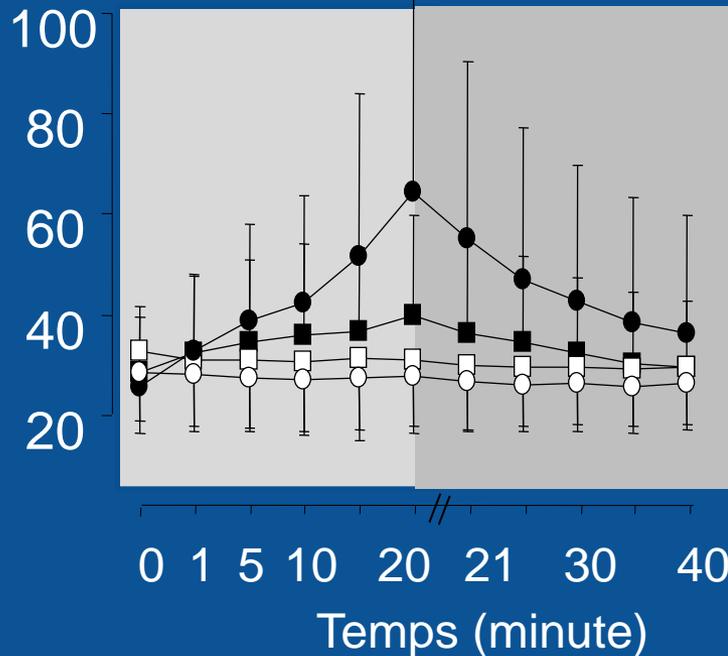


BUT : Etude de la vasomotricité*
Hyperémie réactive
Indice sur la capacité maximale des vaisseaux cutanés à se dilater (=réserve vasodilatatrice)

* réponse vasculaire liée à un mécanisme de contrôle d'origine nerveux sympathique

- RF-S_{MP}
- RF-S_{CTR}
- Sham-S_{MP}
- Sham-S_{CTR}

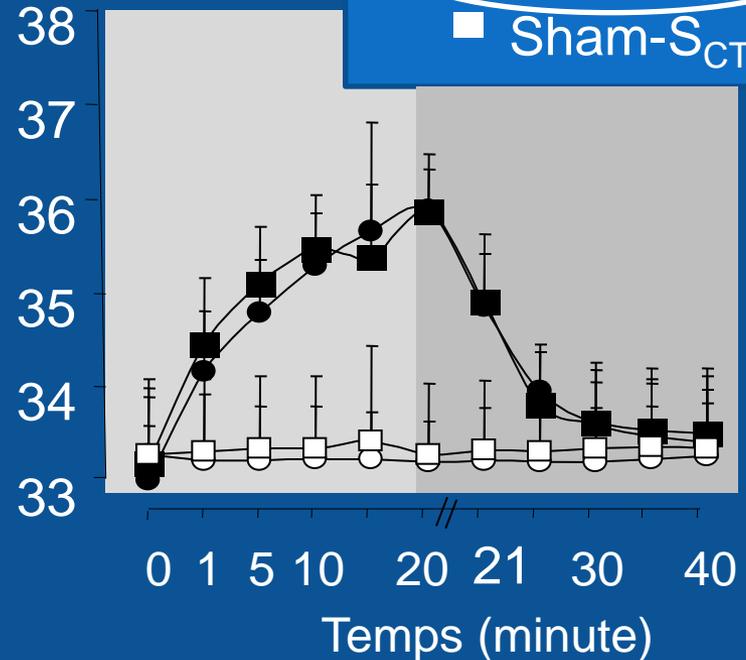
Perfusion cutanée
(UP – unités arbitraires)



Exposition

Post-exposition

Température cutanée (°C)



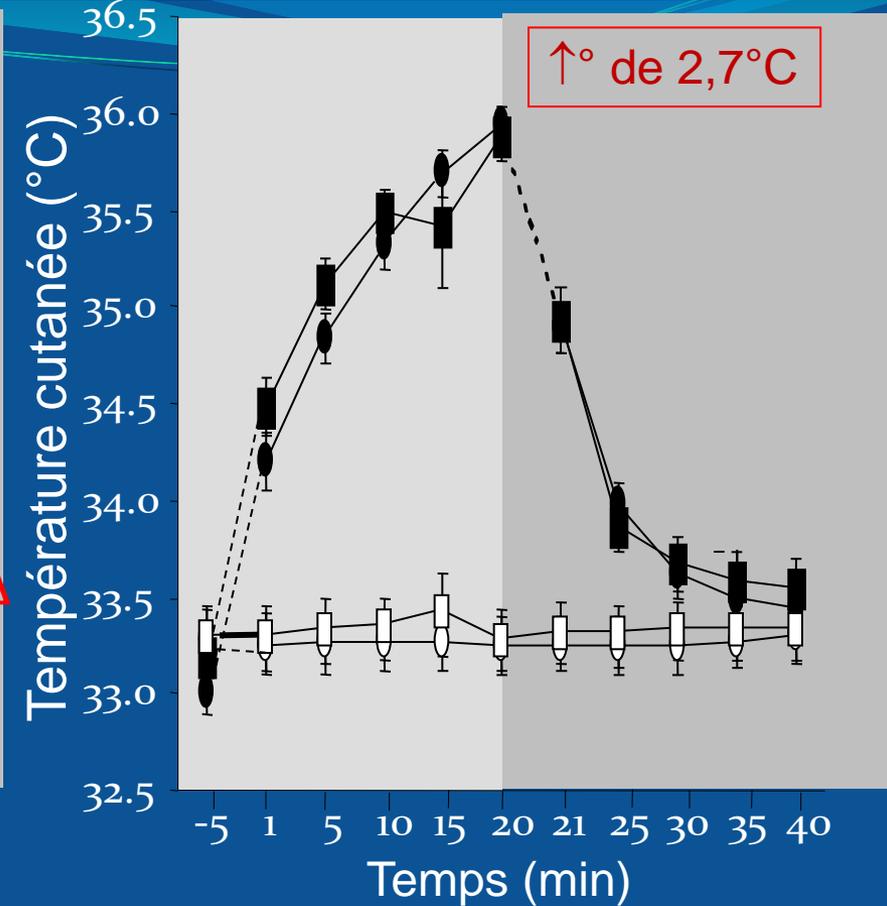
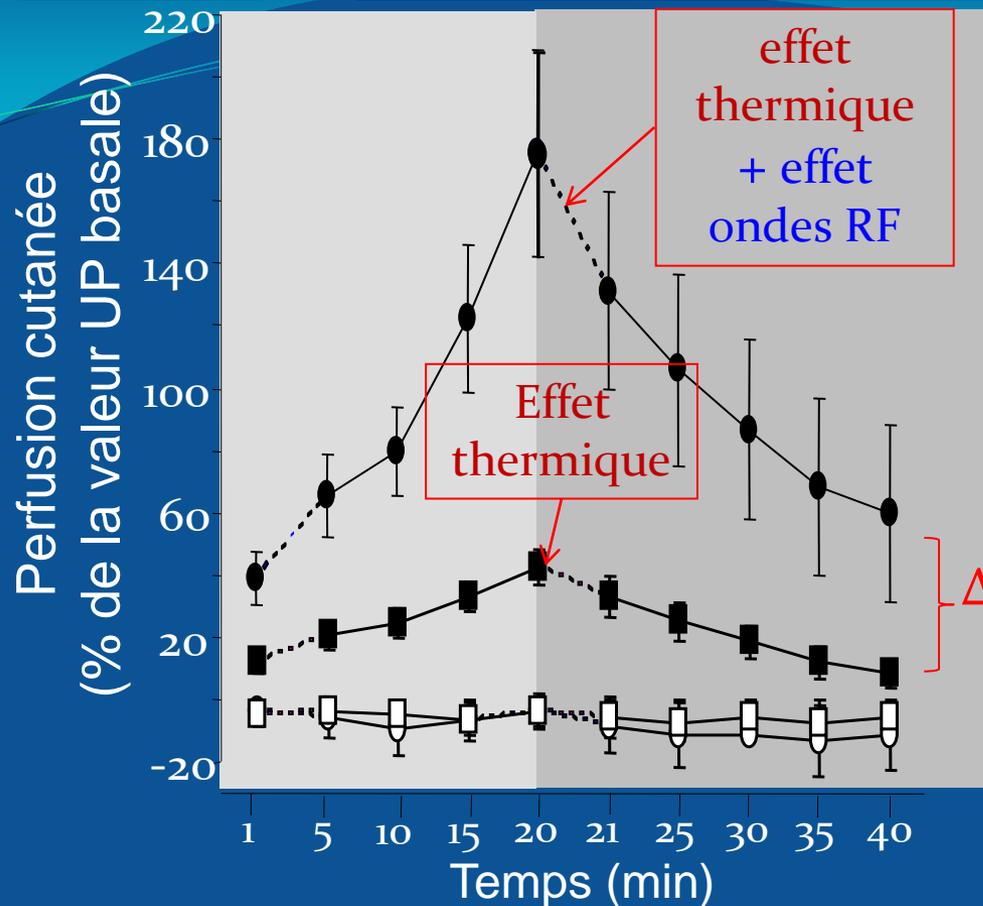
Exposition

Post-exposition

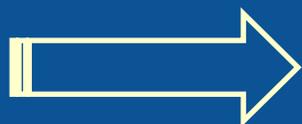
Pour le côté exposé (S_{MP}),

↑SkBF session RF >> ↑SkBF session Sham

Nota bene: courbes de Tsk des sessions d'exposition (RF et Sham) se superposent parfaitement pendant toute la durée de l'exposition

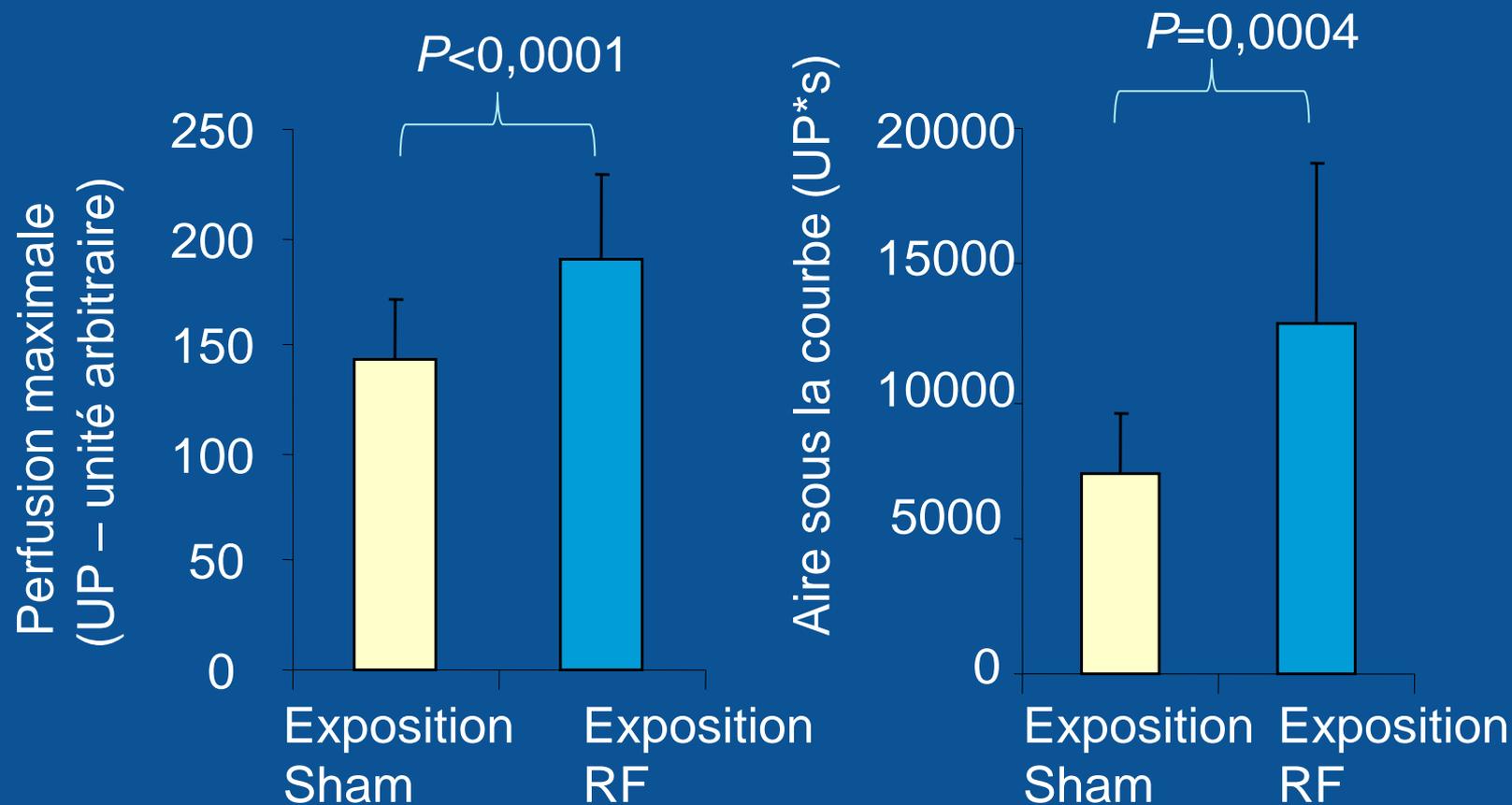


Effets thermiques (exposition sham) du téléphone portable sur l'élévation de SkBF **sont potentialisés** (élévation plus importante de SkBF) par l'émission d'onde RF (**effets combinés** thermiques + ondes RF).



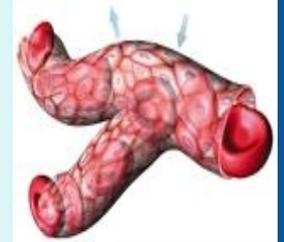
Effet spécifique des ondes RF sur la perfusion cutanée

Hyperémie réactive (côté S_{MP}) au stimulus hyperthermique - 25^e minute Post exposition -



Les vaisseaux cutanés soumis à une exposition réelle RF ont une capacité plus grande à se vasodilater, que lorsqu'ils sont sous exposition sham

Conclusion & Perspectives



✓ Cf: Différentiel entre les courbes SkBF (≠ courbes de Tsk) des sessions d'exposition RF et Sham:

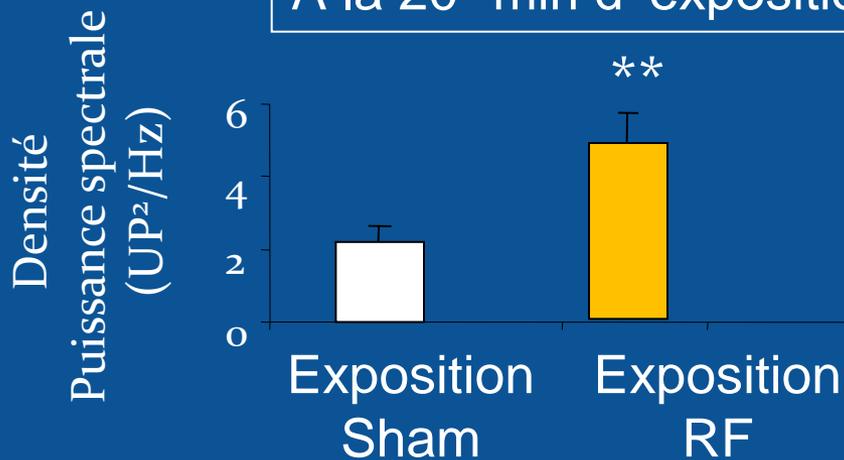
➔ **Effet athermique des ondes RF sur SkBF**

✓ Cf: Test de provocation thermique:

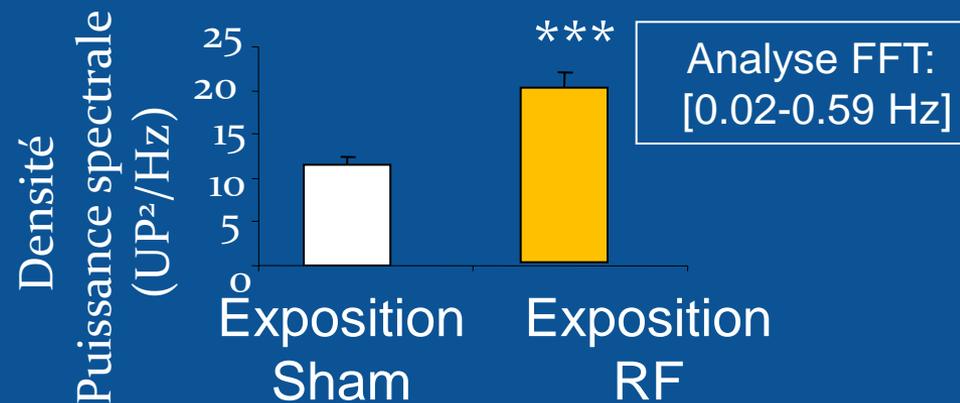
➔ **Réserve vasodilatatrice cutanée augmentée sous exposition RF**

➔ **Hypothèse: l'activité neurogène vasodilatatrice augmentée sous exposition RF (versus exposition sham) ; Voir résultats préliminaires (ci-dessous)**

À la 20^e min d'exposition



Pendant le test hyperthermique



** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$: entre expositions RF et sham; côté S_{MP} . Analyse ANOVA + post-hoc tests: Tests t de Student.

Remerciements



Valérie Brenet-Dufour

Sophie Liabeuf

*Subventions
ministérielles*

Unité mixte:

René de Sèze

Rania Ghosn

Brahim Selmaoui

Gyorgy Thuroczy



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



Jean-Pierre Libert

Véronique Bach



Contact:
Nathalie.loos@u-picardie.fr

Pour en savoir plus:

“Do the mobile phone radiofrequency waves modify human skin microvascular tone ?”

Nathalie Loos et al. Journal “Microcirculation” (in proof)

Effets thermiques:



Skin Temperature Increase Caused by a Mobile Phone: A Methodological Infrared Camera Study
Straume A. *et al.* Bioelectromagnetics 26:510-519 (2005)

Immunity against CEM Emission

- ❑ For the optical fibres: no influence
- ❑ For the device (electronics) + heating area of the thermal probe (aluminium):
 - LD system has been tested and shown to comply with immunity test up to 2.5 GHz and emission test up to 1 GHz
 - The graph shows that PF5000 generates some emission up to 1 GHz
 - LD system does not include any fast electronic circuits that should generate any emission above 1 GHz

Diagram 3, Radiated emission, 230 V 50 Hz, Peak overview sweep
Date of test: September 30, 2004.

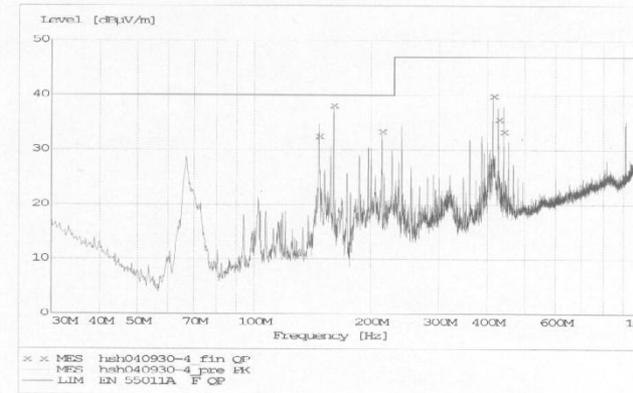


Table 3, Radiated emission, 230 V 50 Hz, Measurement results

Frequency [MHz]	Quasi-Peak		Margin [dB]
	Disturbance level [dBµV/m]	Limit [dBµV/m]	
146,64	32,5	40,0	7,5
160,00	38,1	40,0	1,9
213,44	33,3	40,0	6,7
413,52	39,8	47,0	7,2
426,80	35,6	47,0	11,4
440,16	33,3	47,0	13,7

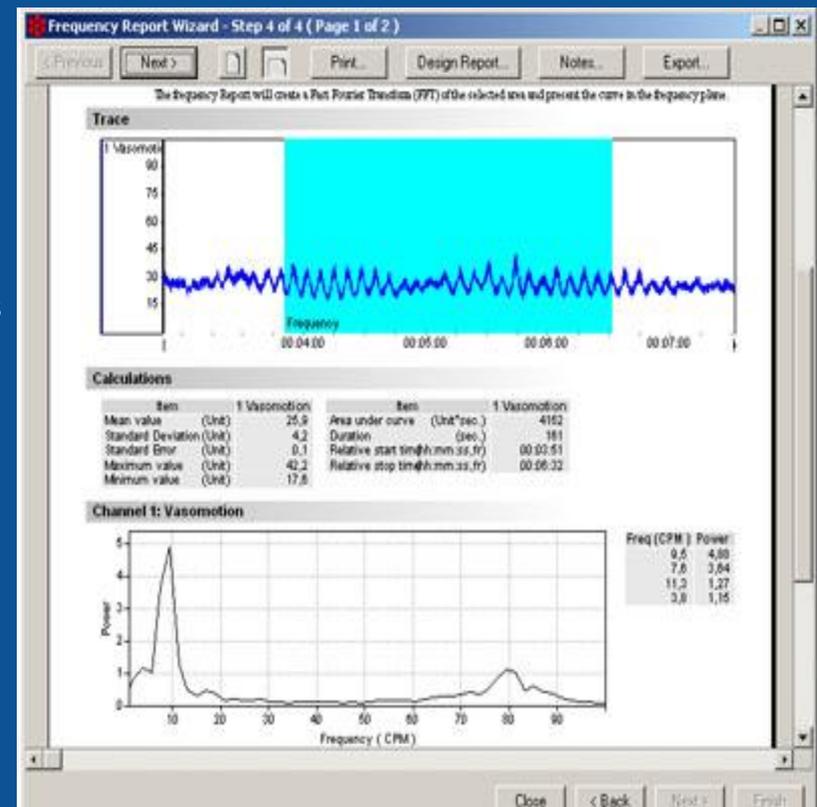
Identification et quantification de l'activité des mécanismes de contrôle de la vasomotricité cutanée

- L'analyse FFT du signal de perfusion (exprimée en PU/Hz) dans les intervalles de fréquences:
 - 0.009–0.02 Hz
 - 0.02–0.06 Hz
 - 0.06–0.2 Hz
 - 0.2–0.6 Hz
 - 0.6–1.6 Hz

permet de quantifier, dans le contrôle de la vasomotricité cutanée, les activités d'origine:

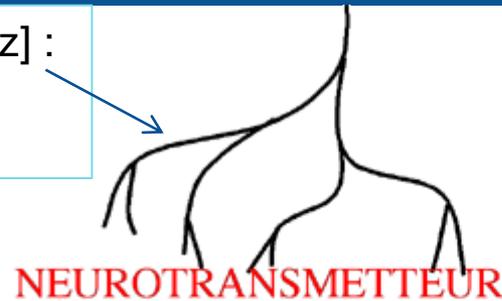
- endothéliale (NO)
- nerveuse (sympathétique, composantes alpha 1 ou alpha2 noradrénergique)
- Myogénic (activité intrinsèque vasculaire)
- Composante respiratoire
- Composante cardiaque

respectivement

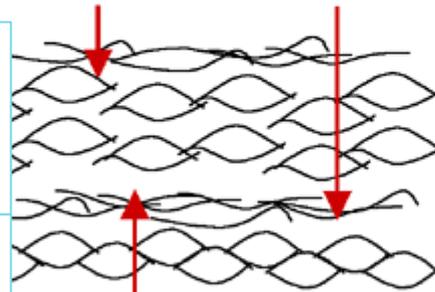


Mécanismes de contrôle de la vasomotricité cutanée

Analyse FFT: [0.02-0.59 Hz] :
activité neurogénique
sympathique



NEUROTRANSMETTEUR



ADVENTICE

MEDIA

INTIMA

COMPARTIMENT SANGUIN

Analyse FFT: [0.06-0.2 Hz] :
activité myogénique
Intrinsèque des ML des vaisseaux

Cellules Musculaires lisses

[0.009-0.02 Hz] :
activité endothéliale

Cellules endothéliales

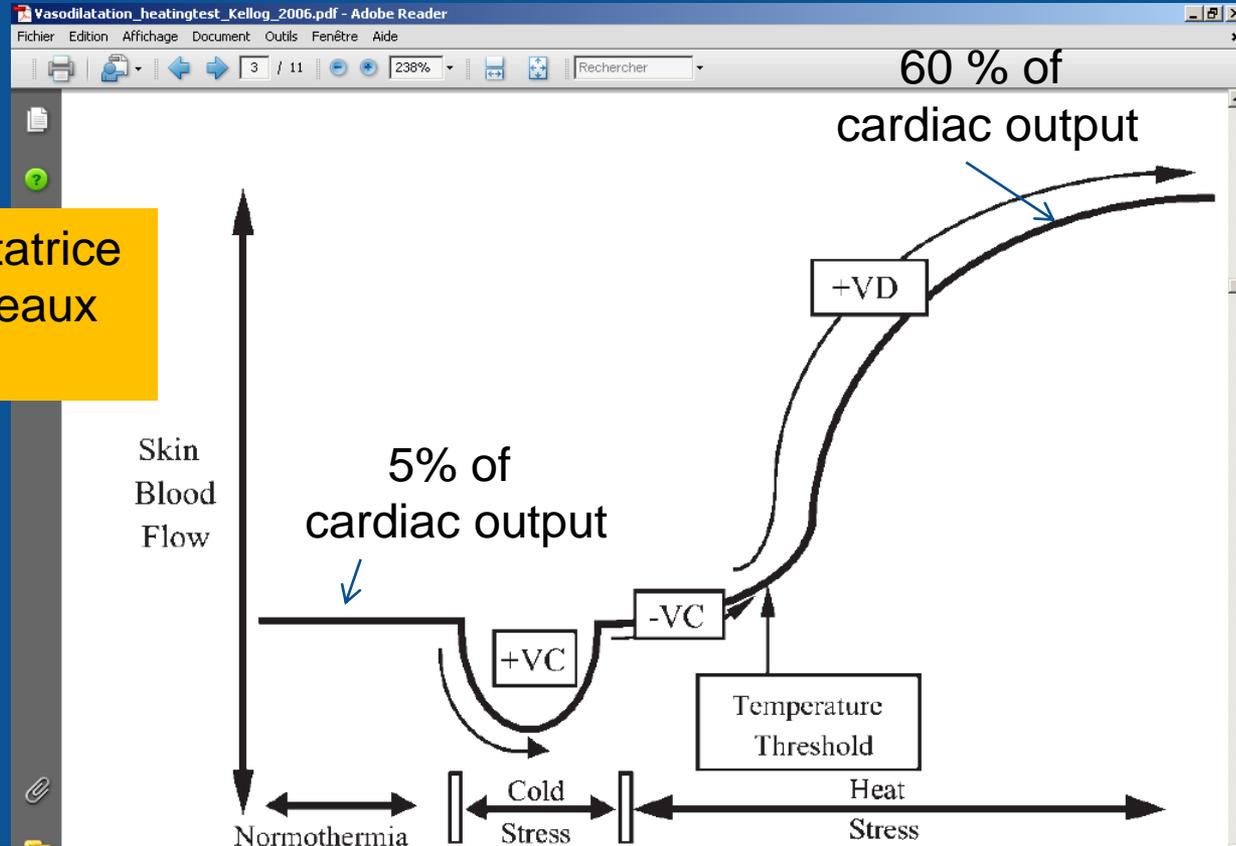
HORMONES

“Vasoconstriction in humans during thermoregulatory

In vivo mechanisms of cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans during thermoregulatory challenges. *J Appl Physiol* 100:1709-1718, 2006. doi:10.1152/jappphysiol.01071.2005

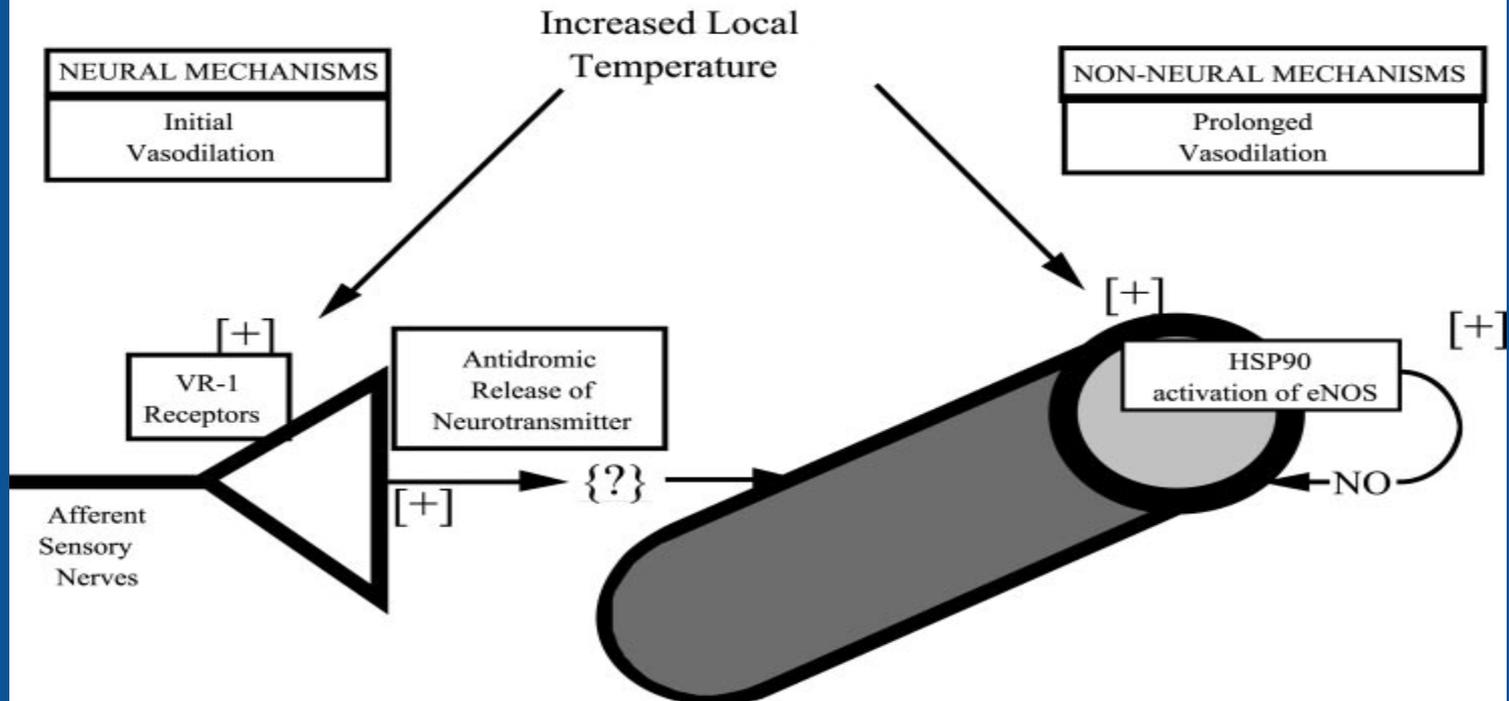
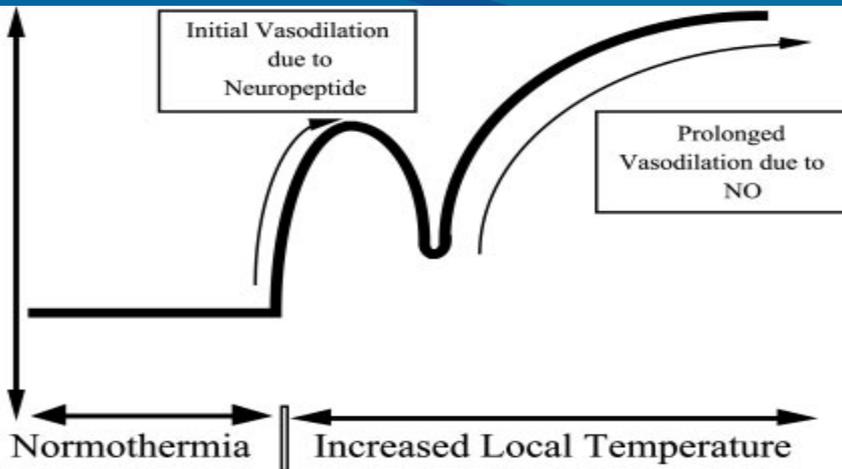
D. L. Kellogg, Jr

Réserve vasodilatatrice
des micro-vaisseaux
cutanés

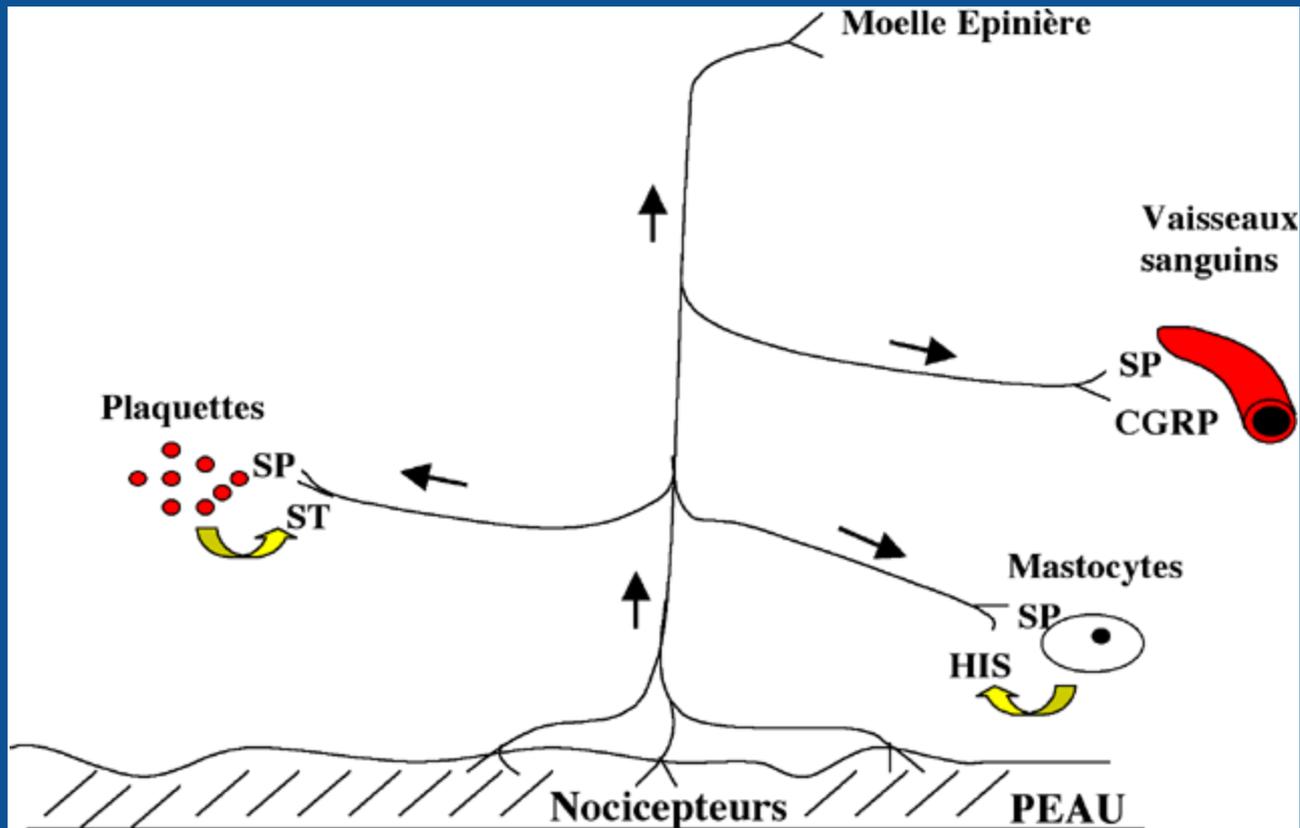


VC, increased active vasoconstrictor nerve activity; VC, decreased active vasoconstrictor nerve activity;
VD, increased active vasodilator activity

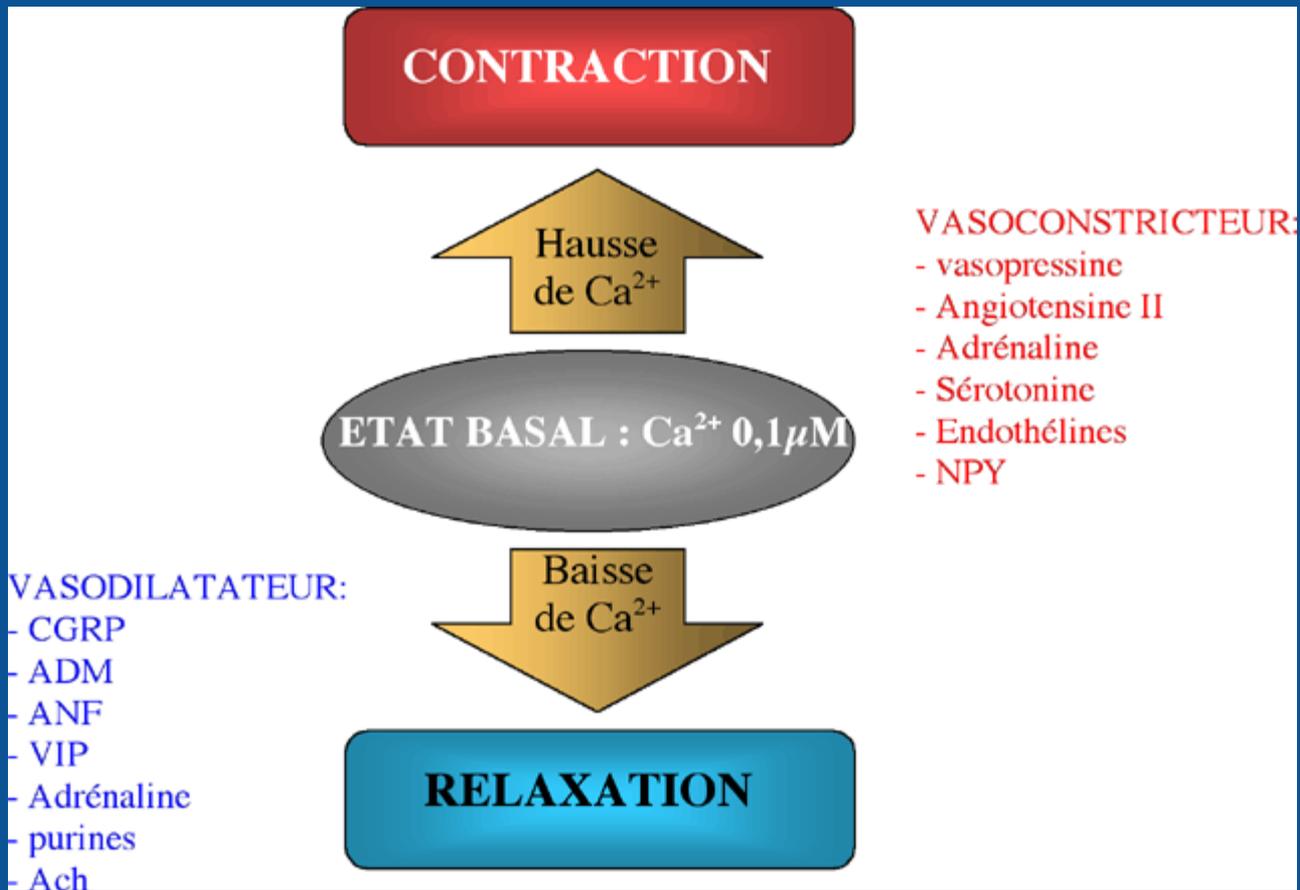
Skin
Blood
Flow



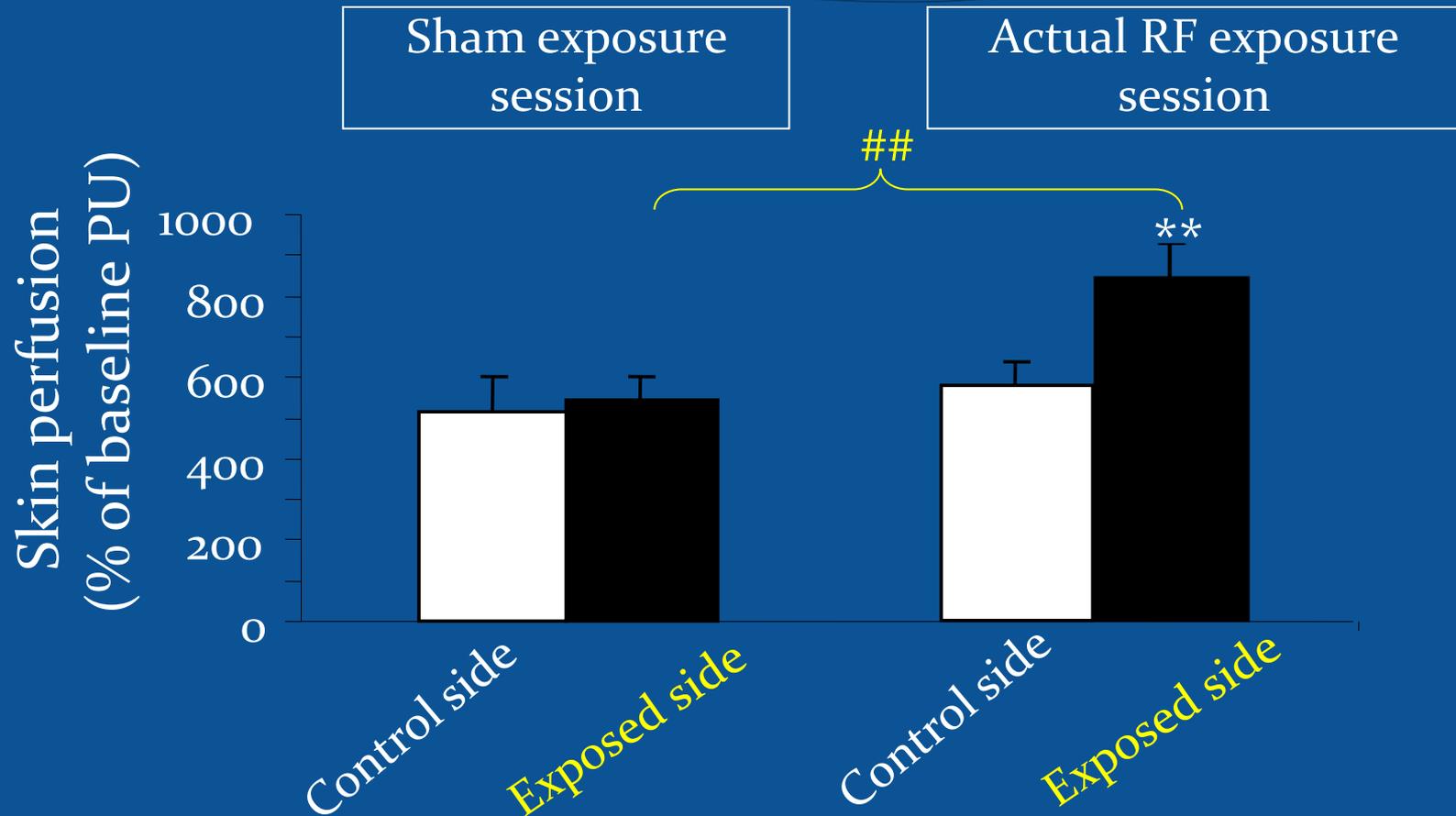
Réflexe d'axone



Contrôle hormonal des muscles lisses vasculaires



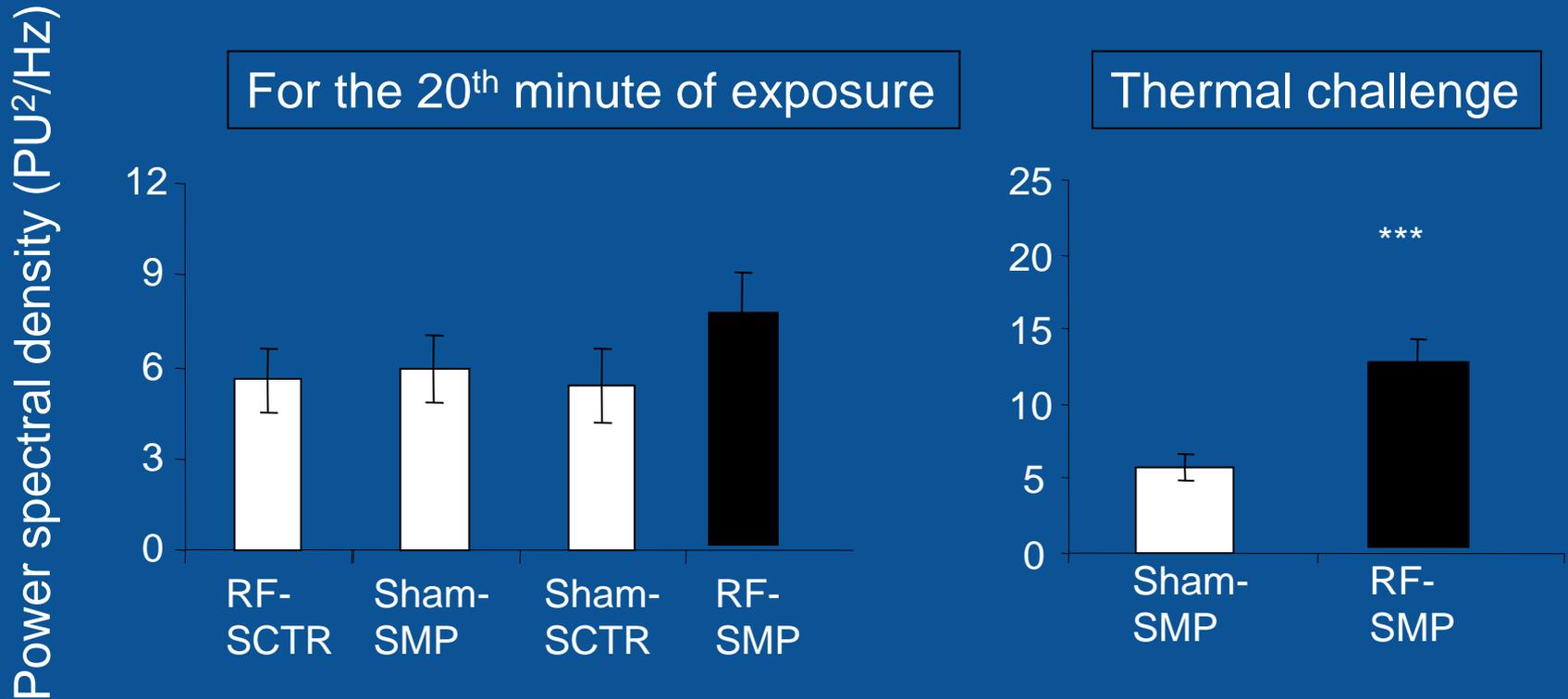
Reactive hyperemia response of skin microvasculature
(thermal challenge 1min, 44°C) within the post exposure period (at t = 45th min)



skin microvessels have a greater vasodilatory reserve under actual RF exposure than that under sham exposure

Statistically significant differences between S_{MP} and S_{CTR} are indicated by ** $p < 0.01$ and between actual RF and sham exposures are indicated by ## $p < 0.01$

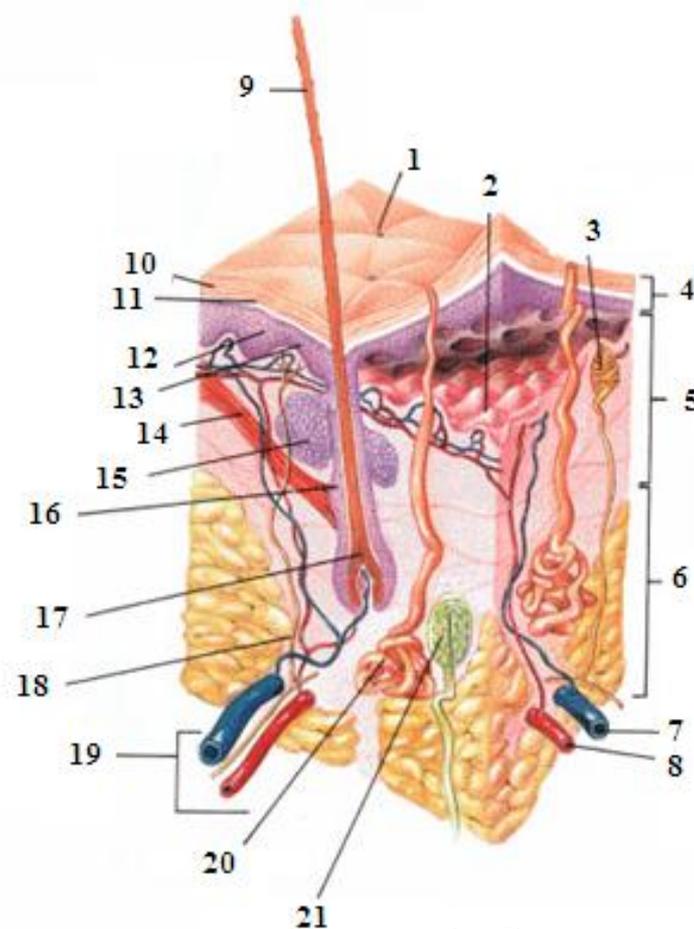
Spectral analysis of intrinsic myogenic activity controlling the skin vasomotricity



Greater myogenic activity within the thermal challenge only

Statistically significant differences between RF-S_{MP} and controls are indicated by *** $p < 0.001$

histologie

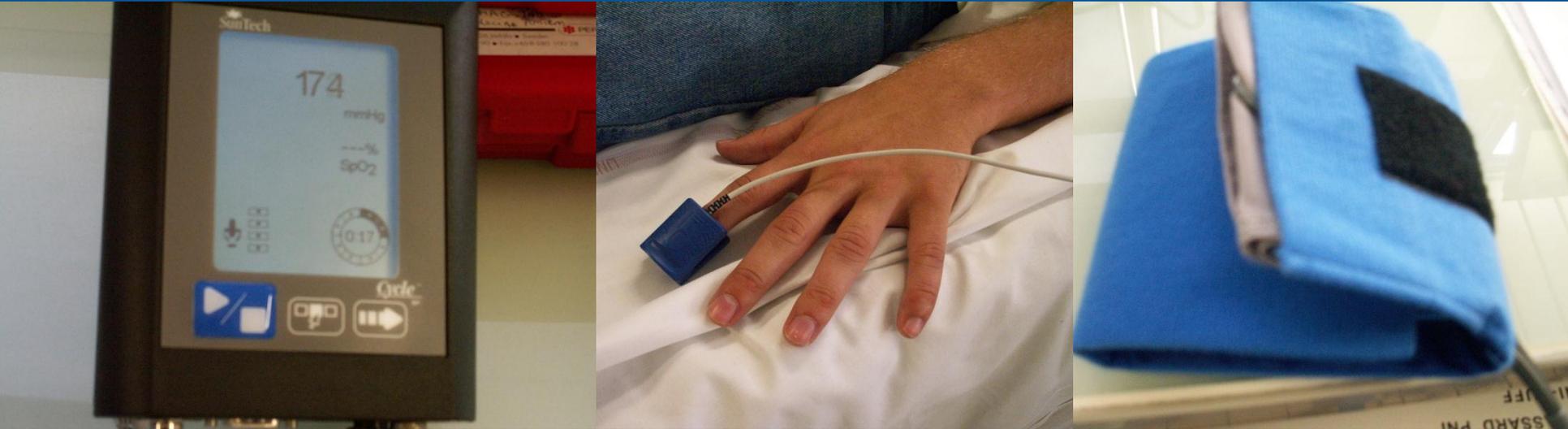


- 9- Poil
- 10- Cornée
- 11- Couche pigmentée
- 12- Kératinocytes
- 13- Mélanocytes
- 14- Muscle érecteur du poil
- 15- Glande sébacée
- 16- Follicule pileux
- 17- Bulbe
- 18- Nerf
- 19- Système lymphatique et vasculaire
- 20- Glande sudoripare eccrine
- 21- Corpuscule de Pacini

- 1- Pore de transpiration
- 2- Jonction dermo-épidermique
- 3- Terminaison nerveuse (toucher)
- 4- Epiderme (anatomie)
- 5- **Derme**
- 6- hypoderme
- 7- Veine
- 8- Artère

Materials & Methods

Control of cardiovascular parameters:



Kit SPO2-arterial pressure-cardiac frequency **CIC MED, NEAUPHLE-LE-CHÂTEAU, France**

arterial pressure PAS/PAD: $121/75 \pm 3/2$ mmHg, heart rate: 69 ± 2 bpm, pulse oxygen saturation (SpO_2): 98.2 ± 0.1 %.

Results

Biometrics

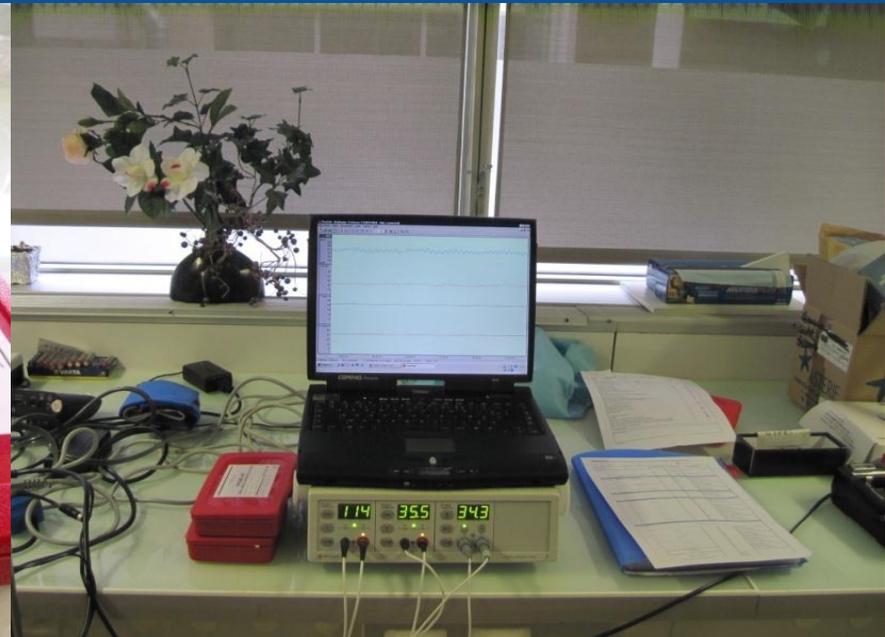
Room
temperature=
24.0 ± 0.3 °C

subject/Anonym	sex	age (year)	weight (kg)	size (cm)	PAS	PAD	FC	SP02
CHMA	F	22	60	162	122	80	70	99
ESGU	M	32	78	179	119	81	63	98
NAAD	F	23	85	178	125	81	77	99
NASI	M	23	75	176	118	71	61	99
BOMA	F	32	64	158	105	69	77	99
ELDE	F	31	61	180	126	81	66	98
MAMA	F	22	63	173	114	63	72	98
BOAR	M	23	91	193	140	88	76	98
ROCH	F	22	53	165	115	79	76	98
FAAM	F	28	57	163	111	69	75	98
HAEL	F	23	57	170	134	78	86	99
DELU	F	25	57	160	114	88	68	98
MATE	M	24	78	180	122	76	58	98
PEFA	M	23	71	170	149	92	66	98
RAGH	F	24	74	164	110	61	88	99
INNY	F	22	68	176	111	69	59	99
JOCA	F	22	46	160	100	61	60	98
SADE	F	22	70	181	116	82	64	98
VAAN	M	21	73	182	133	73	67	97
MINI	M	32	71	173	132	73	74	98
NIVA	M	30	83	184	116	67	52	97
MOY		25,0	68,3	172,7	120,6	75,3	69,3	98,2
DS		3,9	11,4	9,5	11,9	8,8	9,2	0,6
ES		0,9	2,5	2,1	2,6	1,9	2,0	0,1
Variance		15,4	129,9	89,4	141,6	78,2	84,2	0,4
coef variation		0,2	0,2	0,05	0,09	0,1	0,1	0,006
MINI		21	46	158	100	61	52	97
MAXI		32	91	193	149	92	88	99

Materials & Methods

Laser doppler device

Real time variations of micro blood flow and temperature from the same anatomical localization were performed by using 2 thermostatic-laser Doppler probes



Calibration of laser Doppler probes with a special Motility Standard solution

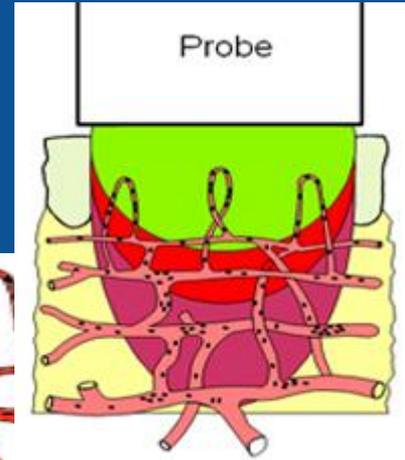
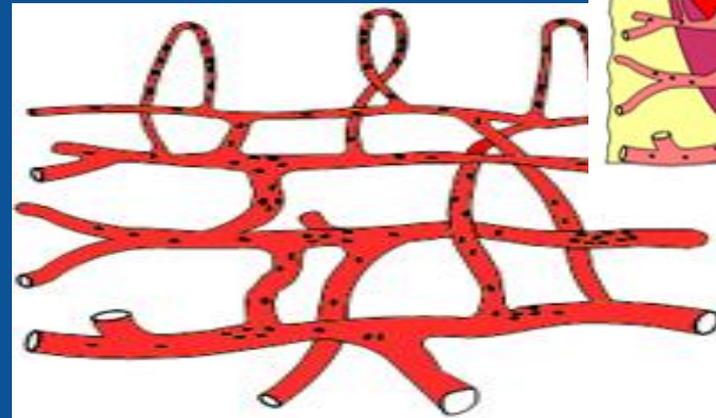
Device for non invasive in real time-continuous measurements (Flowmeter Periflux System 5010, Perimed France, Craponne, France)

Materials & Methods

Laser doppler principle

Measurements are expressed as
Perfusion Units (PU) which are arbitrary

$$PU = V \times C$$



Perfusion is the product of the Velocity and
the Concentration of Moving Blood Cells
signals within the measuring volume