



DAS - Effets « thermiques » des RF

SFRP - RNI

Directive Champs EM

UIC, 15 dec 2004

Dr René de Seze
Toxicologie

INERIS



NOTION DE MECANISME

Biophysique, Physico-chimique ou Biologique ?

“cible” initiale, transduction, effecteurs

INERIS



Mécanismes - mécanisme biophysique

Orientation des molécules chargées : seul mécanisme connu

Phénomène linéaire sans seuil ?

Seuil de détectabilité = bruit thermique !

Frottements : chaleur

Autres mécanismes théoriques à l'étude



Débit d'absorption spécifique (DAS)

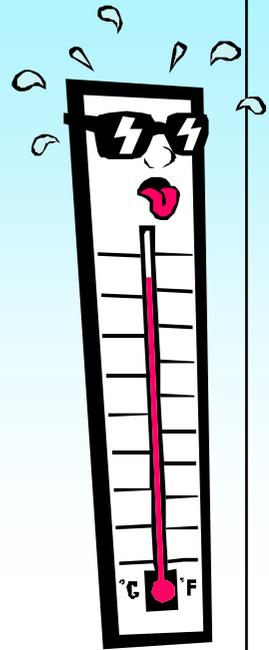
Le DAS est l'unité d'absorption des champs RF

DAS en $W.kg^{-1}$

$$DAS = \sigma E^2 / \rho$$

$$DAS = c \Delta T / \Delta t$$

Ce mécanisme peut être à l'origine d'effets
considérés comme nocifs





Effets des RF in vivo

Thermiques : accidents

- vasodilatation, inactivation des enzymes, altérations des protéines, brûlures,...
- altération de l'activité enzymatique > 56 °C, avérée

Œil

- bien étudié aux USA, œil peu vascularisé chez l'animal, seuil autour de 100 mW/cm², pendant un temps long (4 h)
augmentation de T de 5°C ⇒ cataracte

Click micro-onde : f(Énergie = AS, en J)



Lésions moléculaires, cellulaires ou tissulaires :
>> 100 W/kg

Barrière hémato-encéphalique : > 10-50 W/kg

Inhibition de l'apprentissage : 4 W/kg

recommandations de l'ICNIRP : **restriction de base**

- exposition : **0,4 W.kg⁻¹** pour le corps entier
- exposition locale : **10 W.kg⁻¹** moyennés sur 10 g



L'expérience montre que des effets nocifs pour la santé
ne sont observés
que lorsqu'il se produit un échauffement : "effet thermique"

4 W/kg : 0,5°C

0,4 W/kg : 0,05°C

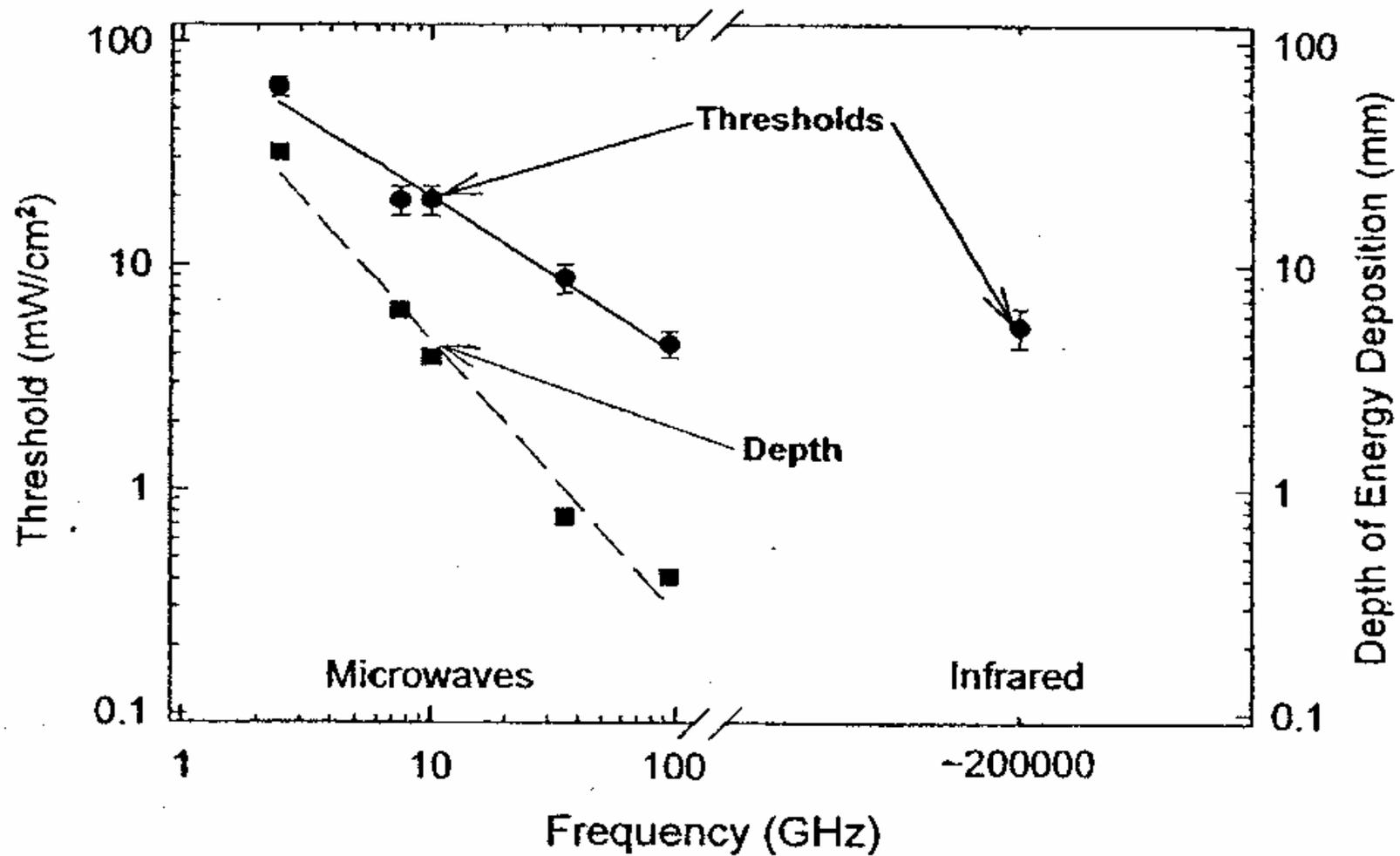
seuil de détection physique = sensibilité du thermomètre !

Effet linéaire ?

Risque ? :

Un bol de 1/2 l de soupe à 55°C : 0,1°C (90kg) à 0,2°C (45kg)

seuil de détection biologique = perception de chaleur, érythème
(rougeur), mal à la tête ?





Mécanismes - mécanisme physiologique

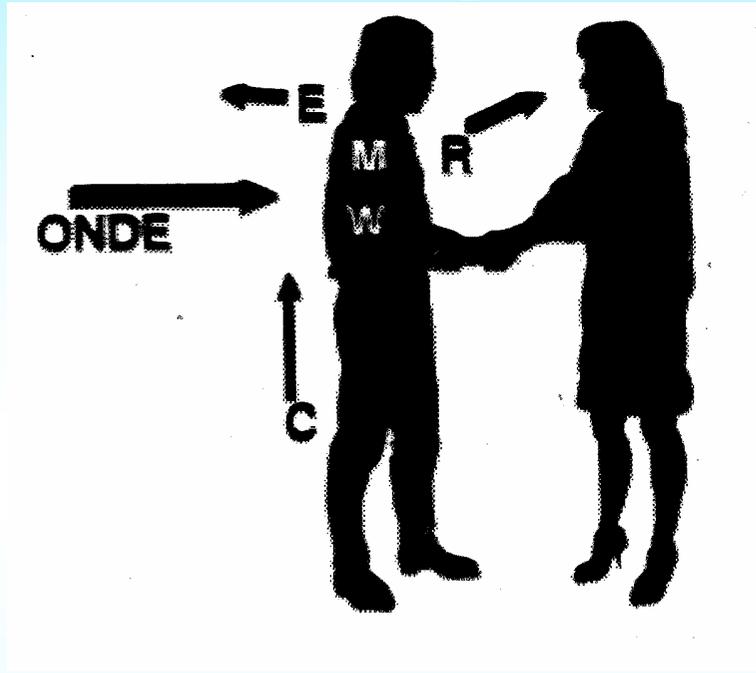
Dissipation d'énergie : proportionnelle à la température,
l'échauffement est un phénomène saturable, « à plateau »

Réactions physiologiques de thermorégulation « par paliers ».
Une première partie de l'énergie absorbée est compensée
par la convection thermique et la vasodilatation

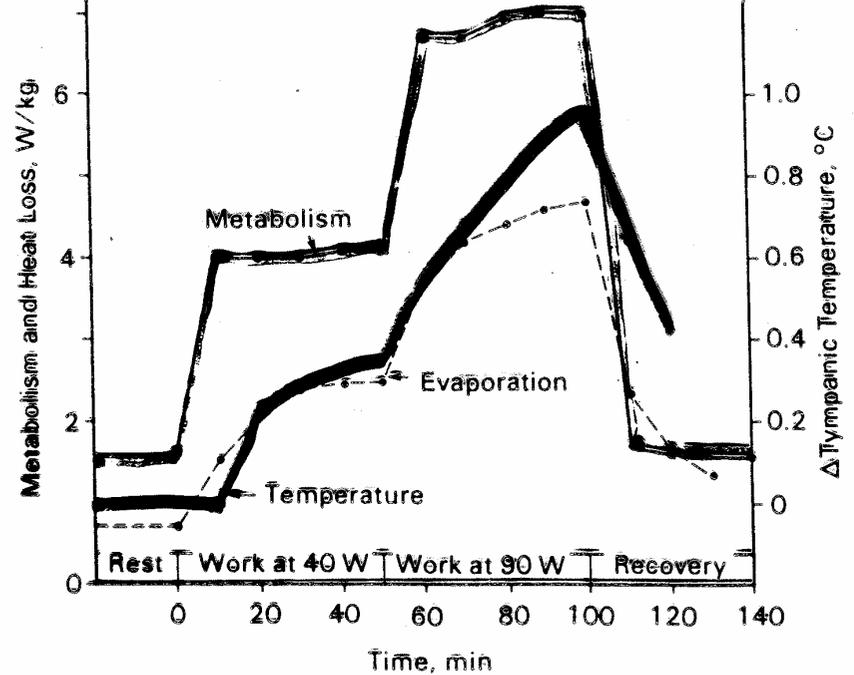
Il existe un seuil à partir duquel la température de l'organisme
augmente : l'échauffement de l'organisme est un mécanisme
« à seuil », en raison des mécanismes de thermorégulation

D'autres phénomènes interviennent, plus ou moins précoces :
sudation, augmentation du rythme respiratoire, ...

Thermorégulation



Métabolisme + perte de chaleur
Ambient Temperature = 30°C



$$M + SAR = R + C + E + S$$

taux de production d'énergie métabolique

puissance absorbée

échange par radiation

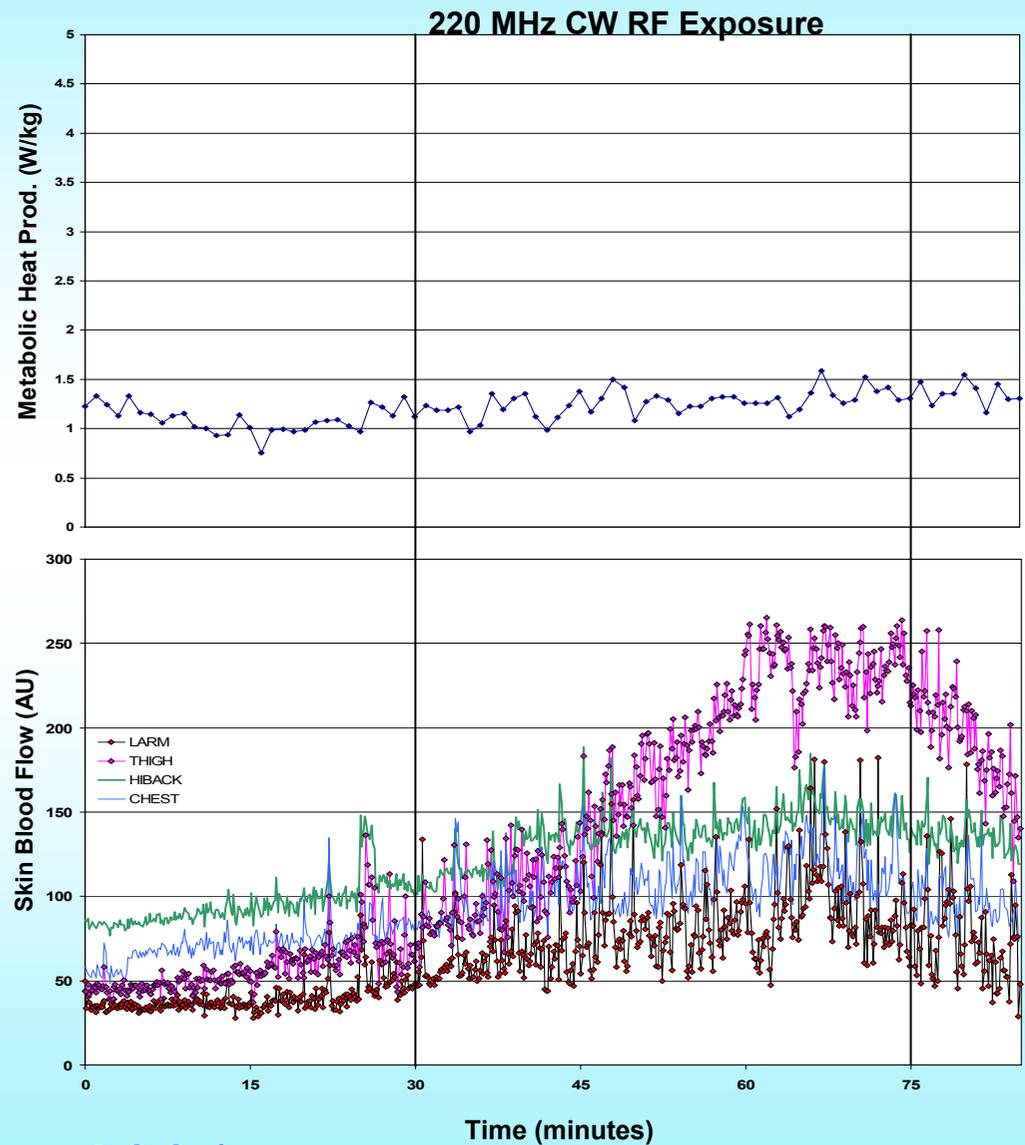
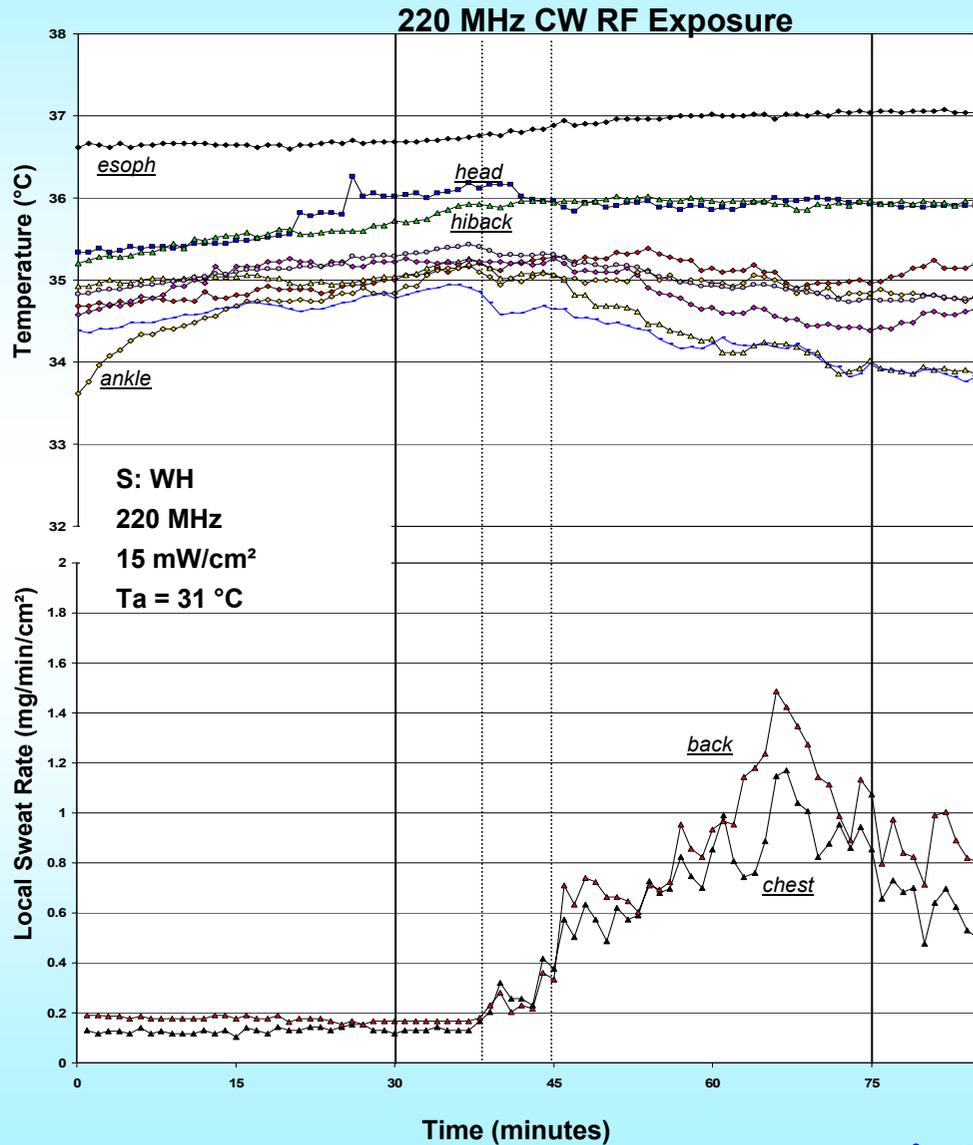
échange par convection

échange par évaporation

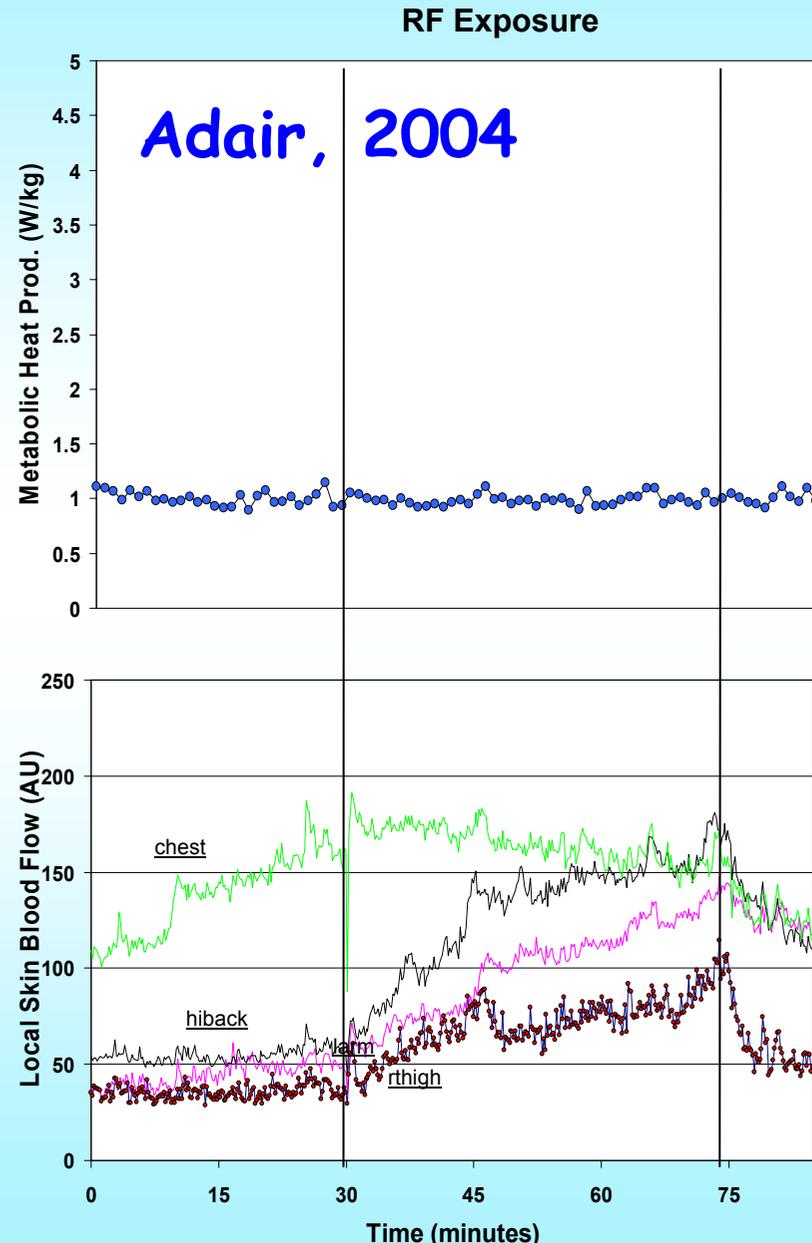
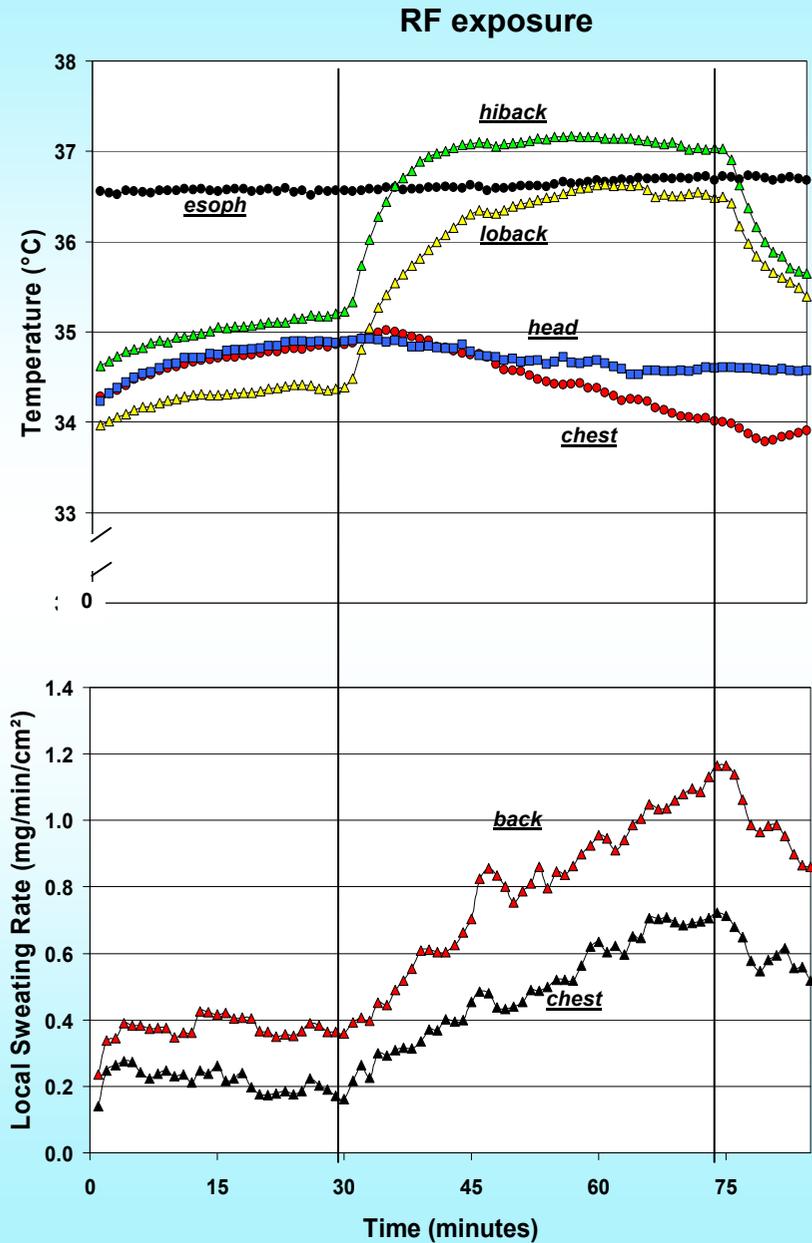
puiss. stockée



SINGLE SUBJECT, 220 MHz, $T_a = 31\text{ }^\circ\text{C}$, 15 mW/cm^2



Group Data, 2450 MHz, $T_a = 31\text{ }^\circ\text{C}$, 70 mW/cm^2





Merci de votre attention !