

*Avignon le 24.05.2018*



*Congrès Cœur et Sport*

# *LA COMPETITION AUTOMOBILE*

**Jean GAUTHIER**

**CCS**

*Consultant Sports  
Mécaniques*

Circuit Paul Ricard  
Centre Excellence FIA



# *FREQUENCES ENREGISTREES*

- Départ :  
*140-180 bpm*
- 1er virage ; accident ;  
spéciale rallye :  
*180-220 bpm*
- Course (1 h 30) :  
*140-200 bpm*



# DEPART

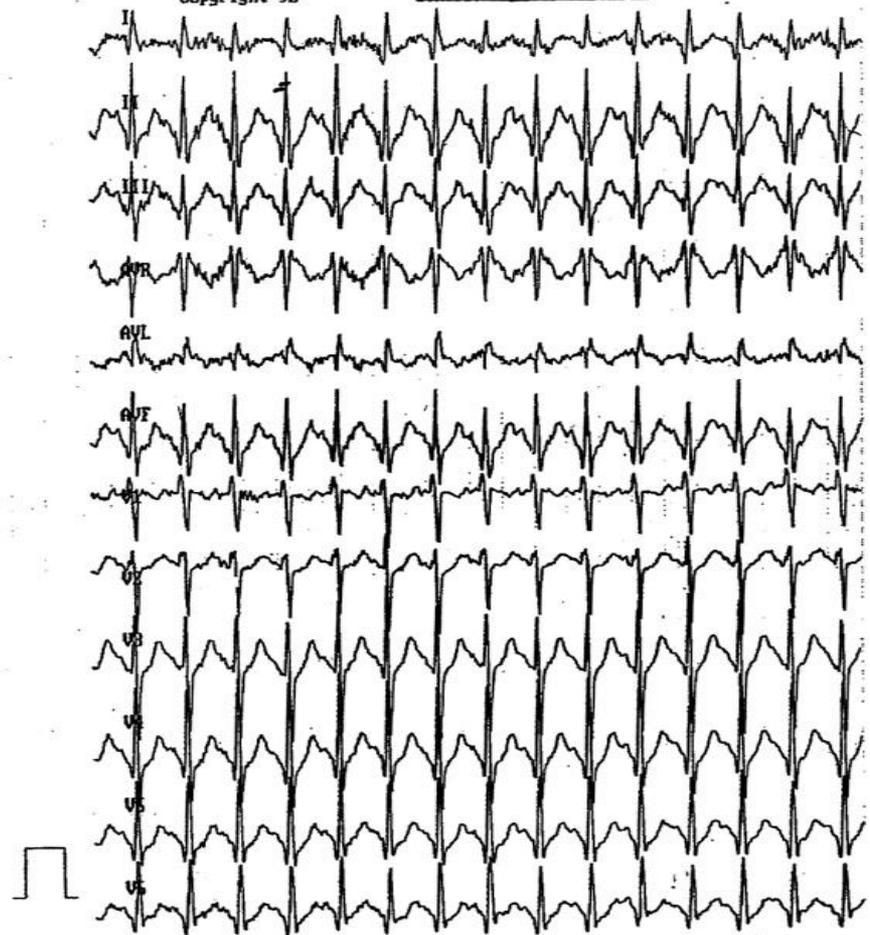


V2.12

PPG Hellige EK512E EA  
Copyright 92

0.7

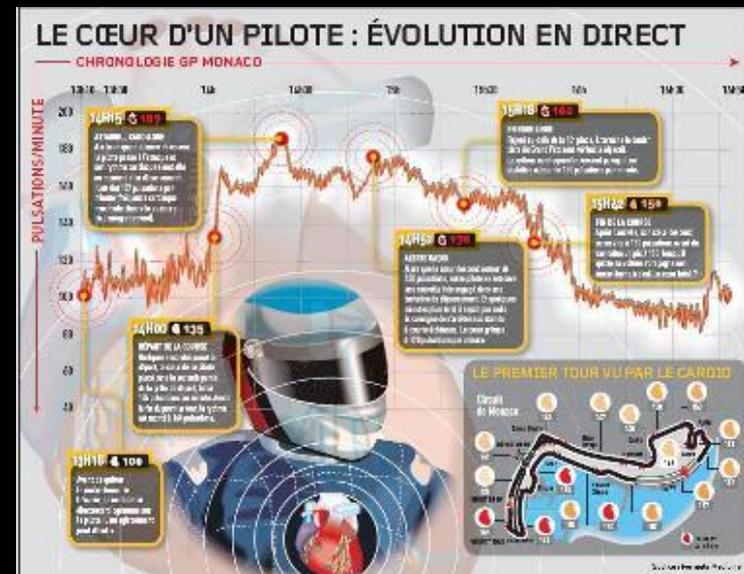
MONZA - 1'



# FREQUENCES ENREGISTREES

Sport assis

Pourtant, FC très élevées  
(en moyenne 80 à 90 %  
de la FCM)



*Olvey et al. J Stren Cond Res. 2000*

# *FACTEURS INFLUENCANT L'ACTIVITE CARDIAQUE*

- la charge de travail
- l'environnement
- les accélérations

# *1 La CHARGE de TRAVAIL*

Dépense énergétique  
moyenne en course (1h30 à 2h) :  
850 à 1200 Kcal

**65 % à 75 % VO<sub>2</sub>Max**





# *La Consommation Maximale en Oxygène*

- En moyenne *60 ml/mn/kg*
- Proche de celle des rameurs
- Consommation en oxygène en course :  
*40 ml/mn/kg*



# *Le Travail des Bras*

- grip particulier
- VO2 des bras des pilotes  
*> 40 % population sportive moyenne*
- VO2 des bras des pilotes  
*= 70 % VO2 Max totale*  
population générale :  
*= 50 % VO2 Max totale*



# *Le Travail des Jambes*

La jambe gauche :  
*très fortement sollicitée  
par le frein*

La jambe droite :  
*moyennement sollicitée  
par l'accélérateur*



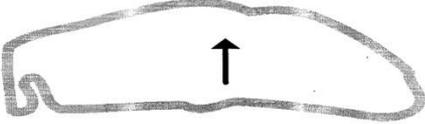
# 2 L'ENVIRONNEMENT

- Contraintes physiques
- Contraintes psychologiques

DE WEATHER INFORMATION SERVICE

**GERMAN GRAND PRIX**  
**Warm Up**

	START	END	U
PRESSURE	1003,4	1003,4	hpa
AIR TEMPERATURE	24,8	25,5	°C
TRACK TEMPERATURE	26,8	28,6	°C
HUMIDITY	64	60	%
RAIN FALL	0	0	mm
WIND SPEED	1,8	1,4	Km/h
WIND DIRECTION	W	E/SE	



057 - 30/07/95

# CONTRAINTES PHYSIQUES

- position du corps :

*habitacle étroit*

*harnais sus-pubien*

*siège*

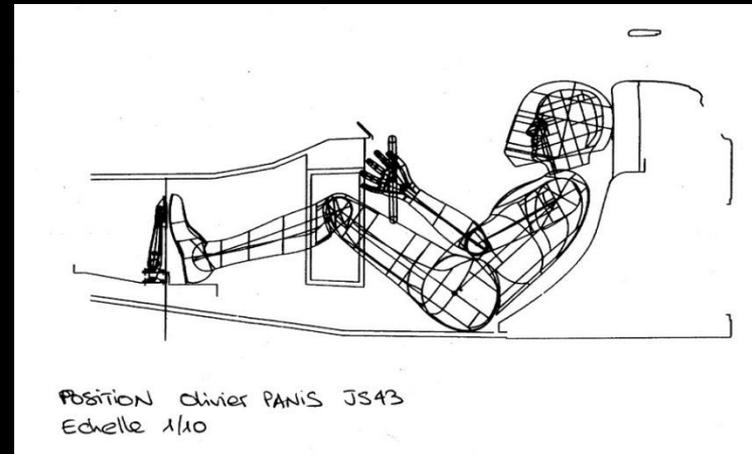
- chaleur :

*stockage*

*vêtements protecteurs*

*pas de ventilation*

+ 15 ° dans la voiture/extérieur



# CONTRAINTES PHYSIQUES

- hygrométrie
- vibrations :  
*moteur ; piste ; rôle des pneus*  
*de 5 Hz à 100 Hz*
- bruit : *100 à 120 Db*
- contraintes visuelles



*Dickey et all. Amer Col Sports Med. 2002*

# CONTRAINTES PHYSIQUES



Retenir surtout :

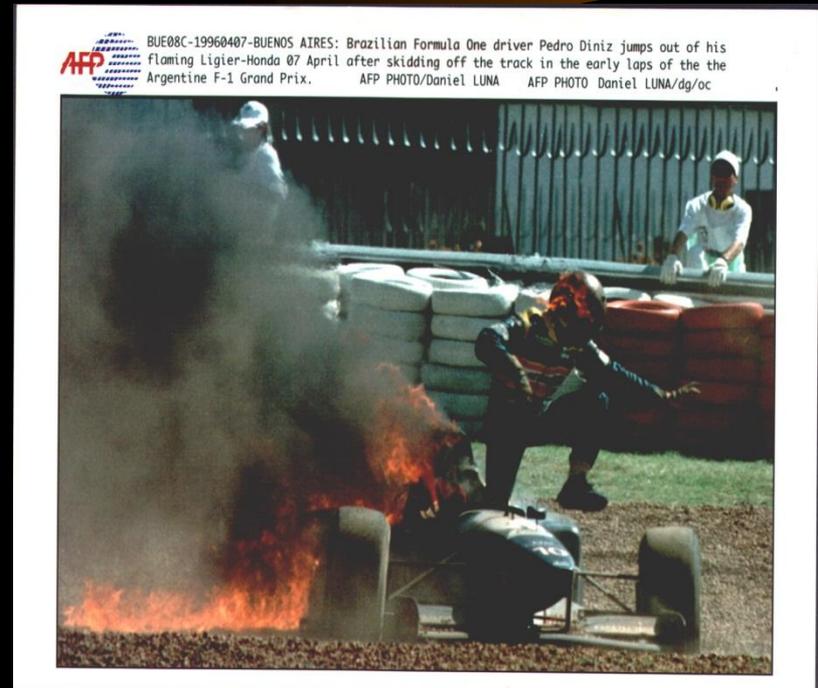
Le risque majeur de déshydratation  
*(difficultés techniques de compensation)*

Les fortes perturbations circulatoires en particulier  
aux membres inférieurs *(gêne au retour veineux)*

*Schlader et all. British J Sports Med. 2011*

# CONTRAINTES PSYCHOLOGIQUES

- le danger
- la compétition
- la médiatisation



# *Rôle du SNA*

- forte sollicitation de l'axe adrénergique :
  - FC +
  - glycogénolyse +
  - lactates +
- les fréquences cardiaques ne sont pas corrélées qu'à la seule dépense énergétique



# *Les Catécholamines*

Adrénaline + Noradrénaline urinaires :

repos nocturne : 32 ng/min

test cycloergométrique : 120 ng/min ( x 4)

conduite en course : 250 ng/mn (x 8)

*Schwabergger et all. Int Arch Environ Health. 1987*

# *Les Lactates*

Avant effort	1.5 mmol/l
Après effort cyclo	13 mmol/l
Après effort conduite	<b>3.5 mmol/l</b>

Moindre élévation à l'effort de conduite :

en raison de la charge émotionnelle, le tonus musculaire est diminué et la glycolyse est préférentiellement activée par les catécholamines

# SNA et ECG



- augmentation de l'amplitude de l'onde P
- variations des intervalles PR et de QT :  
*raccourcissement de QT et allongement de QTc*
- variations de la largeur et de l'amplitude de QRS
- hyperexcitabilité auriculaire et ventriculaire

# 3 *Les ACCELERATIONS*

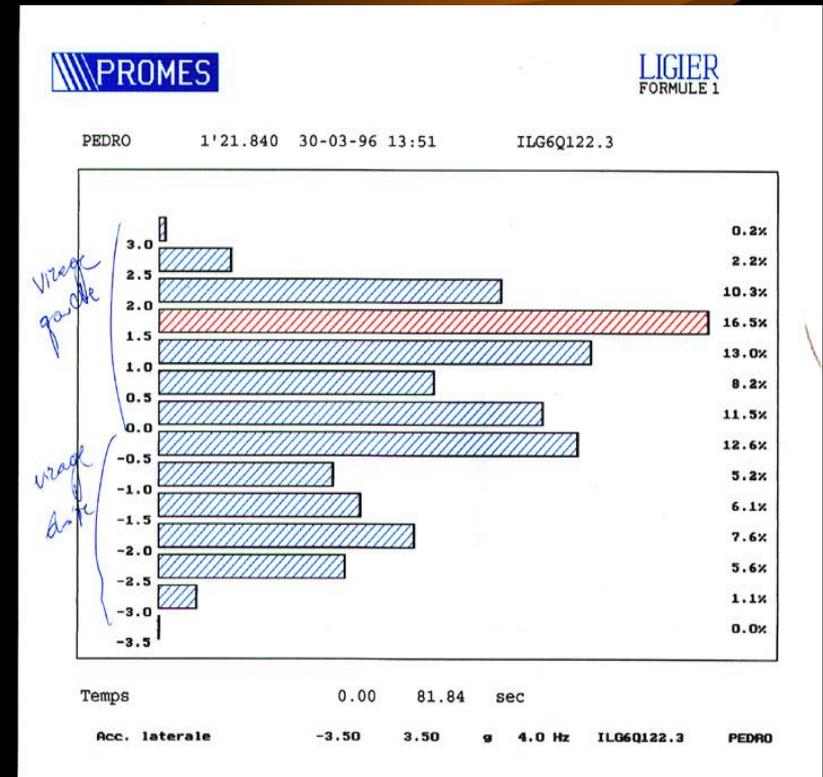
- Antéro-postérieures  $G_x$  :  
4-5 G
- Latérales  $G_y$  :  
5 à 6 G pendant 5 s
- Verticales  $G_z$  :  
1.5 G
- Impacts ; crash :  
jusqu 'à 100 G



Répétitions +++

# Contraintes physiques

- De 0 à 100 Km/H en 2 à 2.5 s
- De 300 à 100 Km/H en 4 sec et 70 m au freinage
- De 200 Km/H à 0 Km/H en 2 sec sur 65 m

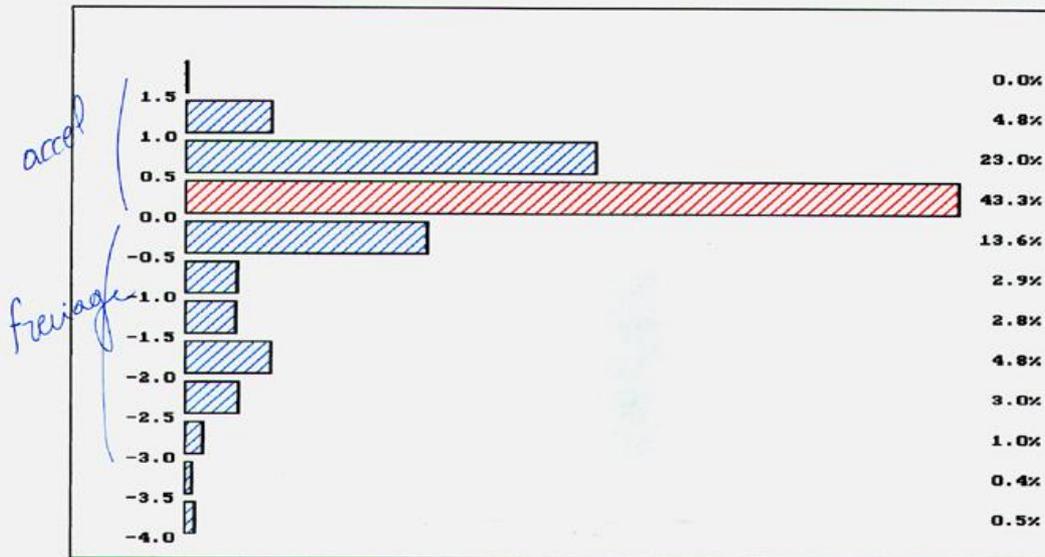


# Freinage

PROMES

LIGIER  
FORMULE 1

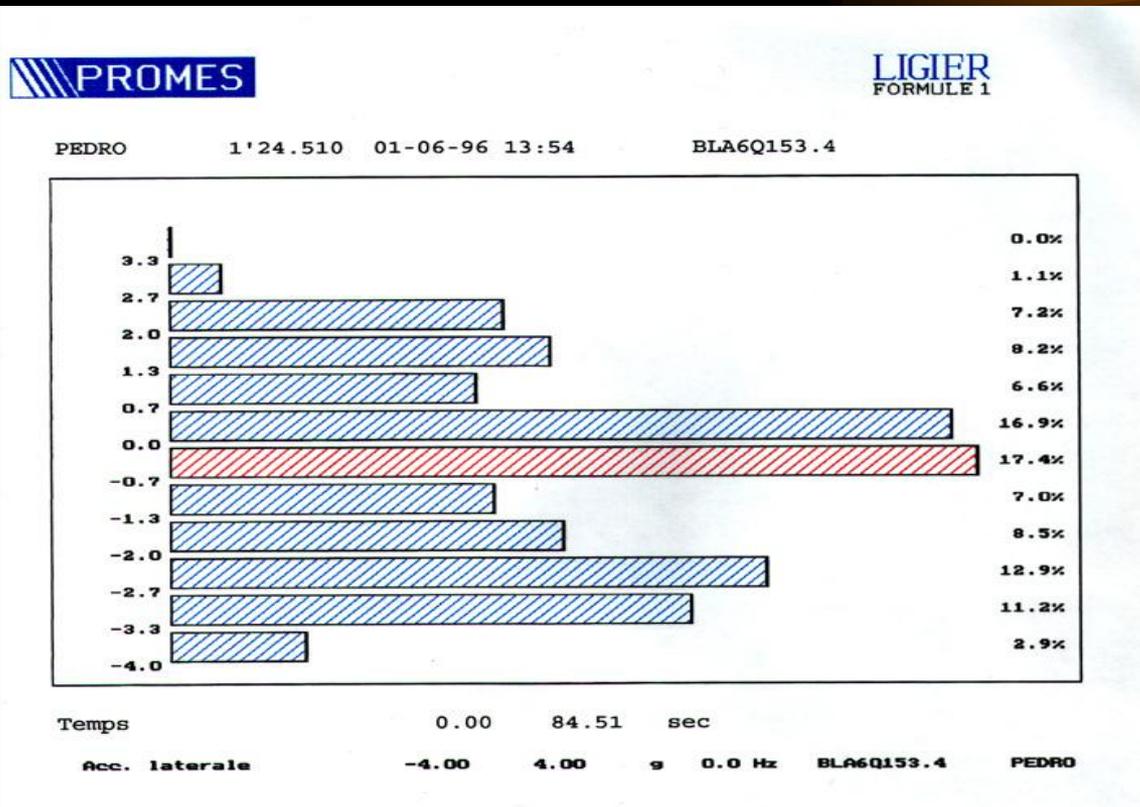
PEDRO 1'21.840 30-03-96 13:51 ILG6Q122.3



Temps 0.00 81.84 sec

Acc. longitud. -4.00 2.00 g 4.0 Hz ILG6Q122.3 PEDRO

# Accélérations latérales

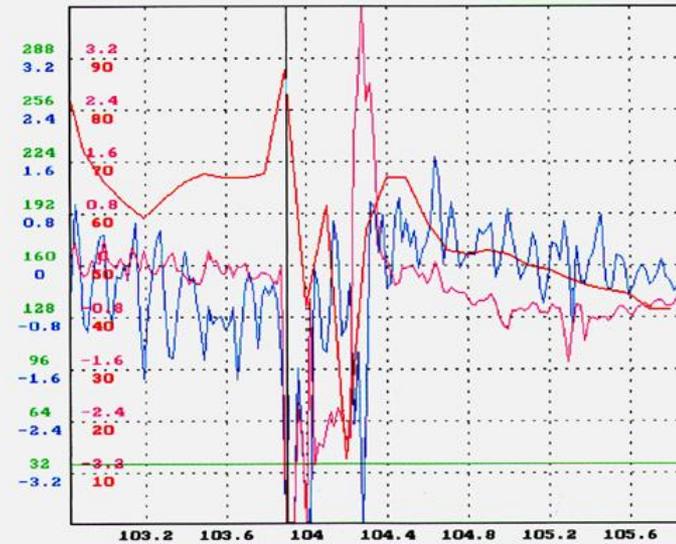


# Crash



LIGIER  
FORMULE 1

PEDRO 3'26.020 03-05-96 14:43 IML6E154.0



time: 103.902
IML6E154.0
3'26.02
Uitesse
36.8 km/h
Acc. laterale
-7.223 g
Acc. longitud.
-5.636 g
FREIN
86.77 BAR

Temps 102.83 105.90 sec

Uitesse	0.00	320.00	km/h	0.0 Hz	IML6E154.0	PEDRO
Acc. laterale	-4.00	4.00	g	0.0 Hz	IML6E154.0	PEDRO
Acc. longitud.	-4.00	4.00	g	0.0 Hz	IML6E154.0	PEDRO
FREIN	0.00	100.00	BAR	0.0 Hz	IML6E154.0	PEDRO

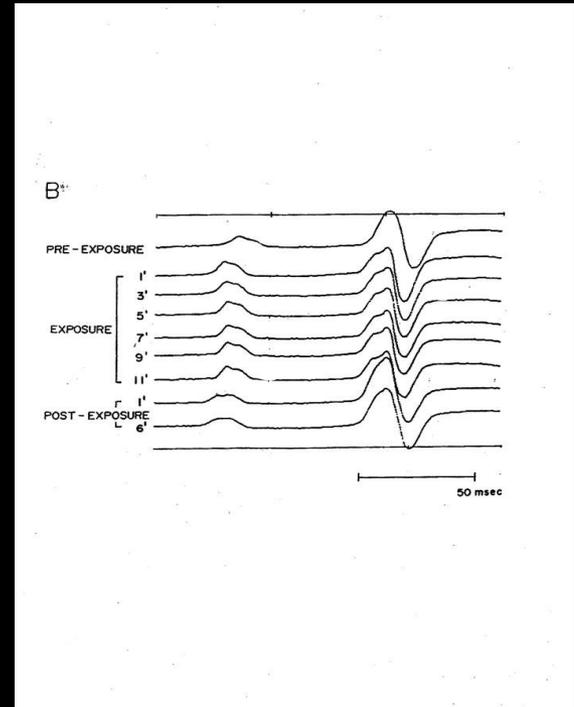
# *Les effets de l'accélération*

- LES ANOMALIES ECG :

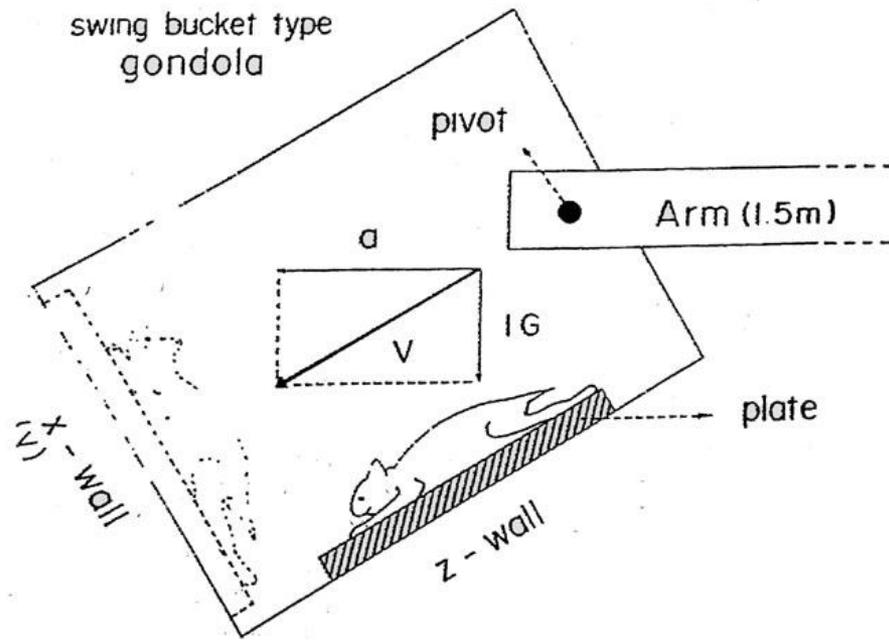
*variations intervalles PR et QT*

*variations largeur et amplitude de QRS*

*troubles conductifs*



HAMSTER ECG IN LONG - Gz LOAD



*Gz*  
*chez le rat*

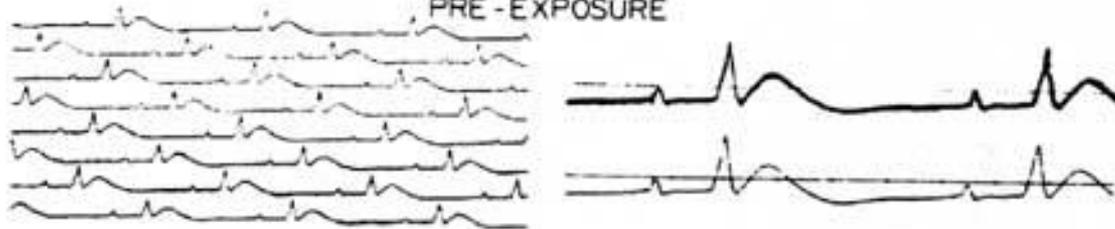
HAMSTER ECG IN LONG -Gz LOAD

-4 G

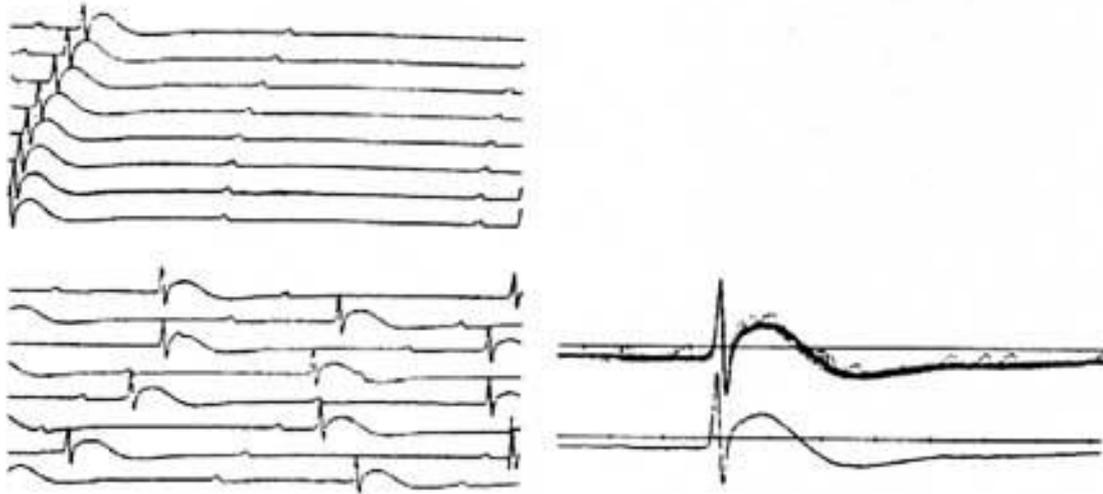
Raw

Average

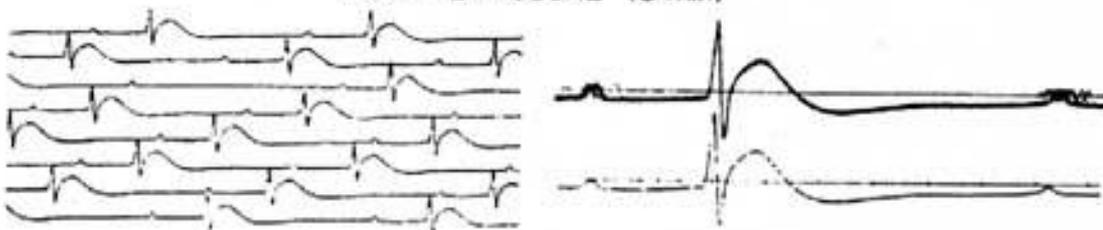
PRE - EXPOSURE



-4G 13min



POST - EXPOSURE (6 min)



100 msec

100 msec

*ECG  
sous Gz*

# Variations de l'accélération

*progressives ou brutales selon la vitesse et la durée*

C'est la vitesse instantanée de variation de l'accélération et de la décélération ( G/s ) qui est importante

*une variation de 1 G/s suffit à provoquer des troubles cliniques*



# Variations progressives

*Exemple : le TGV*

la vitesse de variation de l'accélération et de la décélération ( G/s ) est progressive : *inférieure à 1 G/s*

*Elle ne provoque aucun trouble clinique*



# ESPACE

*La Terre avance dans l'Univers à 2 millions de km/h*

*Nous tournons sans ressenti à 630 km/s*

*Tous les éléments de la galaxie vont à la même vitesse*



# ***HYPOXIE CEREBRALE TRANSITOIRE***

Réduction du flux sanguin cérébral :

- *variations de  
l'accélération*
- *phénomènes  
d'apnée*



# *LIPOTHYMIES*



- rares chez les pilotes entraînés
- causes multiples :
  - hypoxie cérébrale*
  - discrète hypertension*  
*intracrânienne*
- syncope possible chez le sujet non entraîné

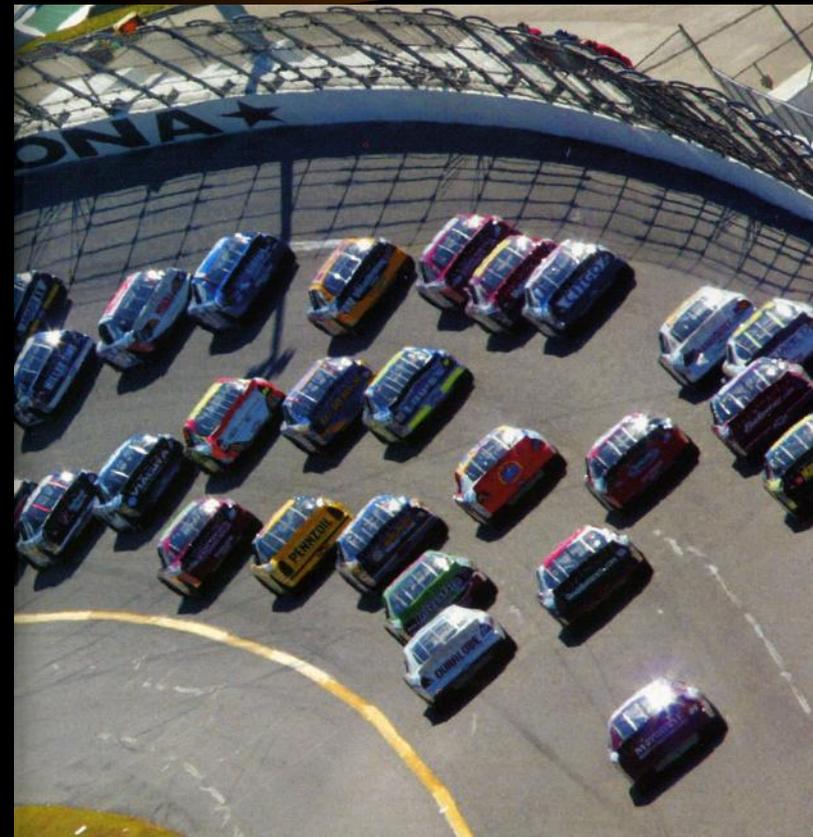
# TROUBLES VISUELS

- Hypoxie cérébrale
- Diminution temporaire de l'irrigation rétinienne



# Troubles visuels

- Voile gris : *diminution du champ visuel périphérique*
- Voile noir : *diminution du champ visuel central*



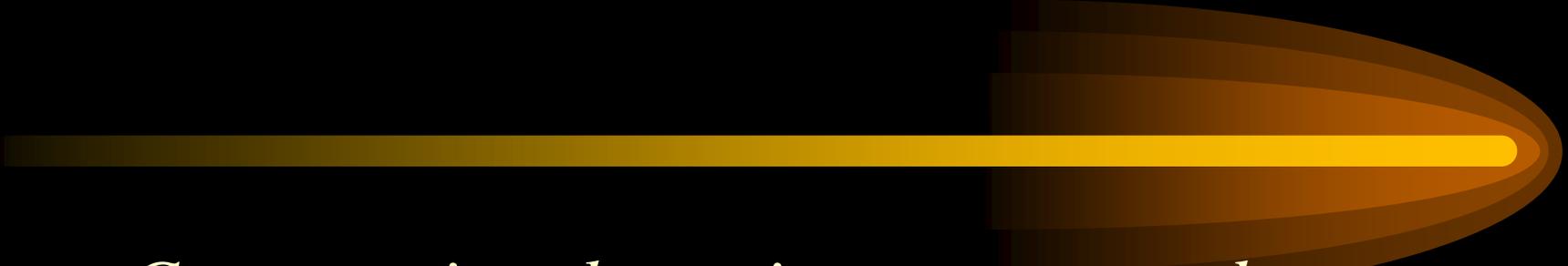
# APNEE DU PILOTE

- par les attractions latérales
- par la concentration
- 20 à 30 % du temps de course

*Hypoventilation plutôt  
qu'apnée ( ? )*



# Mécanismes



- *Compression thoracique au cours des accélérations antéro-postérieures et latérales pouvant atteindre 5 G , phénomène assez comparable à la compression thoracique de l'immersion*
- *Blocage respiratoire secondaire à l'effort de concentration*

# Réponse ventilatoire

- HYPOXIE
- HYPERCAPNIE

*gêne à la performance  
musculaire et à la  
vigilance*



# *LE PROBLEME DU COU*

Poids moyen tête + casque :

8 kg

Sous accélérations :

$$3 \text{ g} \times 8 = 24 \text{ kg}$$

$$5 \text{ g} \times 8 = 40 \text{ kg}$$



# NOUVEAUTES 2018

## Les gants biométriques :

*Global Institute for Motor Sport Safety.  
Mercedes, Ferrari, Red Bull*

*FC Oxymétrie*

## La télémédecine

*NASA. Mac Laren*

*transmission de données en course  
évaluation de la fatigue (voix ...)*



# GRAVITE DES TROUBLES ?

- OUI : *AU VOLANT*
- NON : *A LONG TERME*  
( *pas de séquelles* )



*Surtout pilotes inexpérimentés*

# GRAVITE DES TROUBLES ?



- Possibles troubles de conduction à long terme
- Plusieurs pilotes carrière terminée ont présenté des troubles conductifs justifiant l'implantation d'un stimulateur cardiaque (*observations personnelles*)

# *L'ENTRAINEMENT*

- Limite fortement les effets de la vitesse
- Il faut s'entraîner à l'apnée



# Quels conseils de préparation ?



- Activité + exigeante pour les membres supérieurs : *travail musculaire spécifique (pectoraux ; avant-bras ; trapèzes ) , permettant aussi d'augmenter les capacités CV d'effort*
- Travail spécifique du cou
- Travail séquentiel des jambes
- Préparation physique
  - 60 % aérobie
  - 40 % anaérobie (fractionné)

- Nutrition ; hygiène de vie :  
*importance du programme*  
*d'hydratation (pertes 1.5 l / h en course)*
- Récupération :  
*froid, contention, massages ...*
- Apnée
- Relaxation
- Sommeil
- Préparation mentale (*douleur ...*)
- Visualisations



« courageux dans les dangers, patient dans les difficultés, humble dans le succès »

Clément VI, Pape à Avignon de 1342 à 1352



ell

KREMLYOVSKAYA

ER'S

F FOSTER'S

KREMLYOVSKAYA

VODKA

SELENIUM

ns

GAULOISES

Blondes

DAUL

WILLIAMS

CHALLENGER

# *Circuit Paul Ricard le 24.06.2018*

