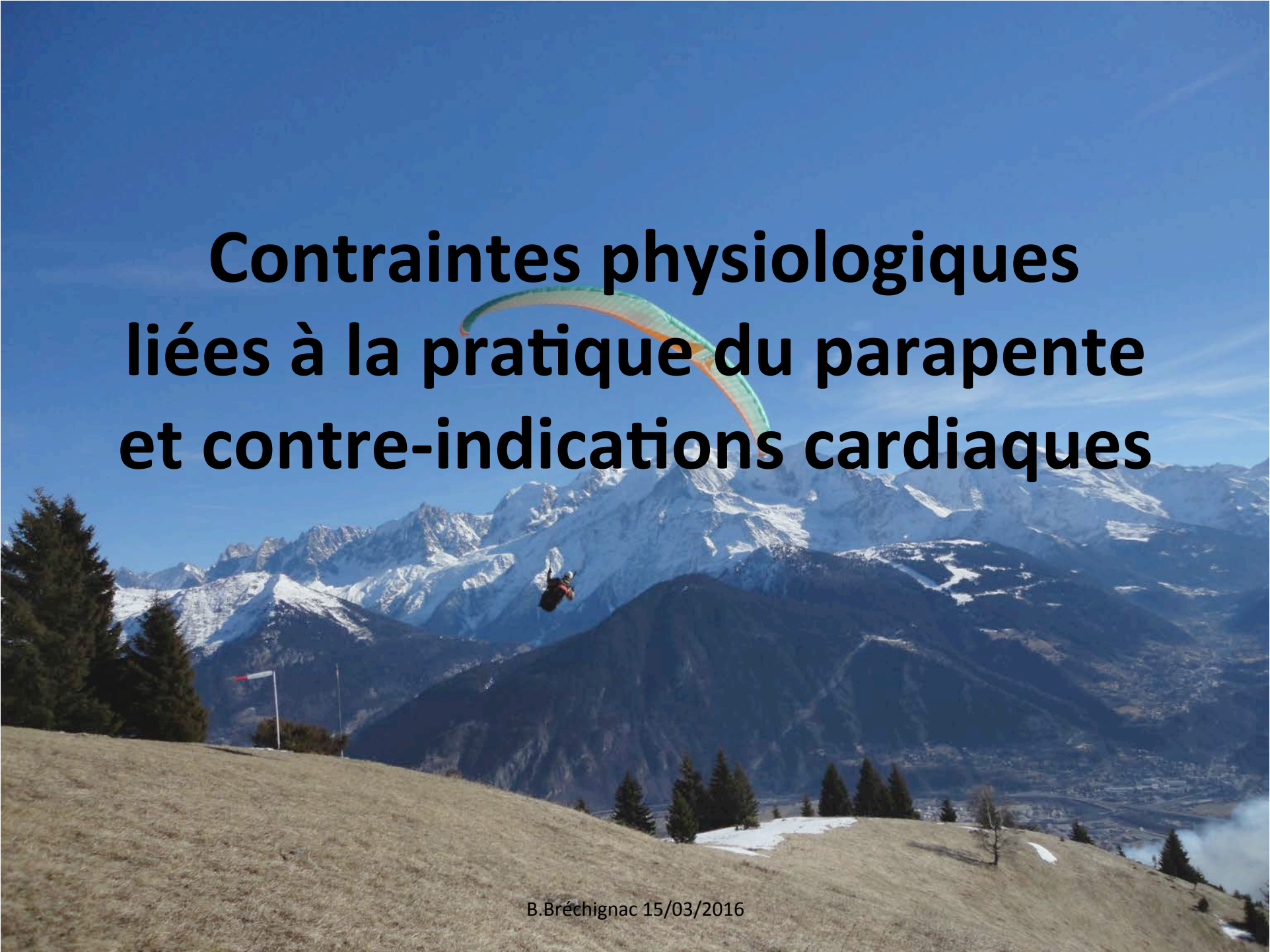
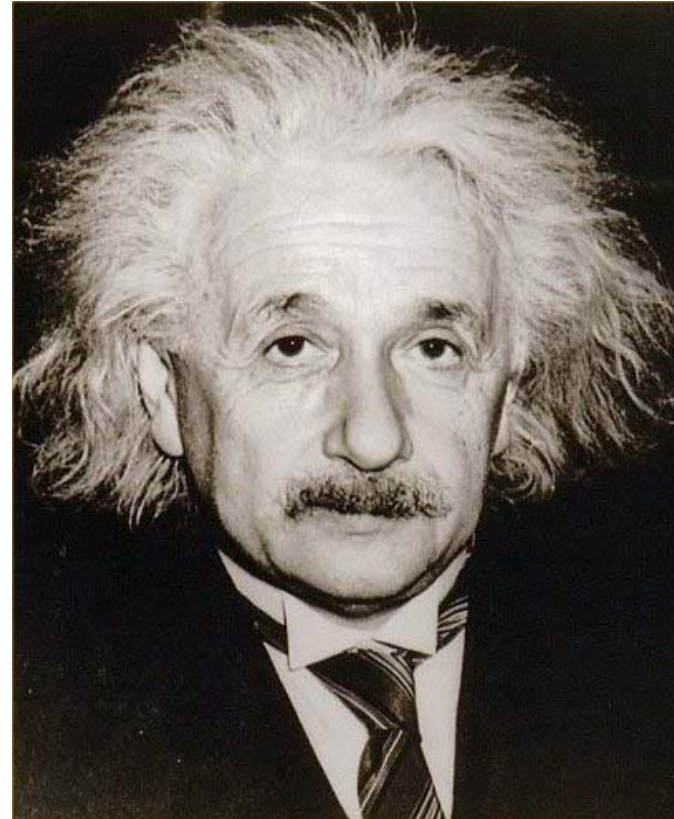


A person is paragliding over a mountain landscape. A vibrant rainbow is visible in the sky, arching over the mountains. The scene includes snow-capped peaks, a valley with a town, and a grassy hill in the foreground.

Contraintes physiologiques liées à la pratique du parapente et contre-indications cardiaques



Quel est le pilote le plus sûr et le plus efficace ?

Première contrainte physiologique :

Intégrité de l'essentiel des fonctions de la perception :

- définition d'Aristote : 5 sens

- définition neuro-physiologique moderne :

▪ réception d'énergie électro-magnétique :

- **vision**
- *électroperception*
- *magnétoperception*

▪ mécanoréception :

- **toucher**
- **ouïe**
- *écholocalisation*
- **proprioception**
- **équilibriception**

▪ chimioréception :

- goût
- odorat

▪ **thermoception**

▪ **réception polymodale**



A person is paragliding over a mountain landscape. The parachute is red and yellow with the word "nervures" visible on it. The person is wearing a black jacket and a helmet. In the background, there are snow-capped mountains and a clear blue sky. On the ground, there are several people, including one in a red jacket and another in a black jacket. A Swiss flag is visible on a pole to the left.

**Disposer d'une bonne condition physique
et mentale +++**

*Le pilote de parapente est un individu ordinaire confronté
à des situations extraordinaires*

En école, en loisir, en haute montagne ou en
compétition, le pilote est le seul maître à bord.

*Tout ce qui peut altérer le jugement ou la conscience
est un obstacle à la pratique du parapente.*

A person is paragliding over a lush green valley. The paraglider's canopy is yellow and grey, and they are suspended by green lines. Below them, a small village with several houses is visible, nestled in the valley. The background is a steep, forested hillside. The text 'Les diverses formes de pratique :' is overlaid on the image.

Les diverses formes de pratique :

- Loisir :

- école
- passager de biplace
- Vol sur site
- Vol rando
- Cross
- Paralpinisme

- Pratiques « semi-professionnelles » :

- Biplaceur
- Compétition de loisir
- Haut niveau

- Pratiques extrêmes :

- Speed riding
- Parapente acrobatique ou voltige

Les contraintes à gérer :

▪ Extérieures :

- Variation d'altitude : —————> Hypoxie
- Variation de température : —————> Lutte contre le froid (Hypothermie)
- *Variations de vitesse* : —————> *Troubles neurologiques graves*
- Variation d'hygrométrie : —————> Déshydratation / Hypovolémie
- *Aérologie/météorologie* : —————> *Nécessité de formation / expérience*

▪ Individuelles :

- Etat de santé et de forme : —————> Difficultés d'adaptation aux contraintes extérieures
- Qualités techniques : —————> *Nécessité de formation / expérience*
- Stress : —————> Facteur physiologique aggravant



La conjonction de ces conséquences constitue « les situations extraordinaires » auxquelles sont soumis ces hommes ordinaires.

HYPOXIE

B.Bréchnac 15/03/2016

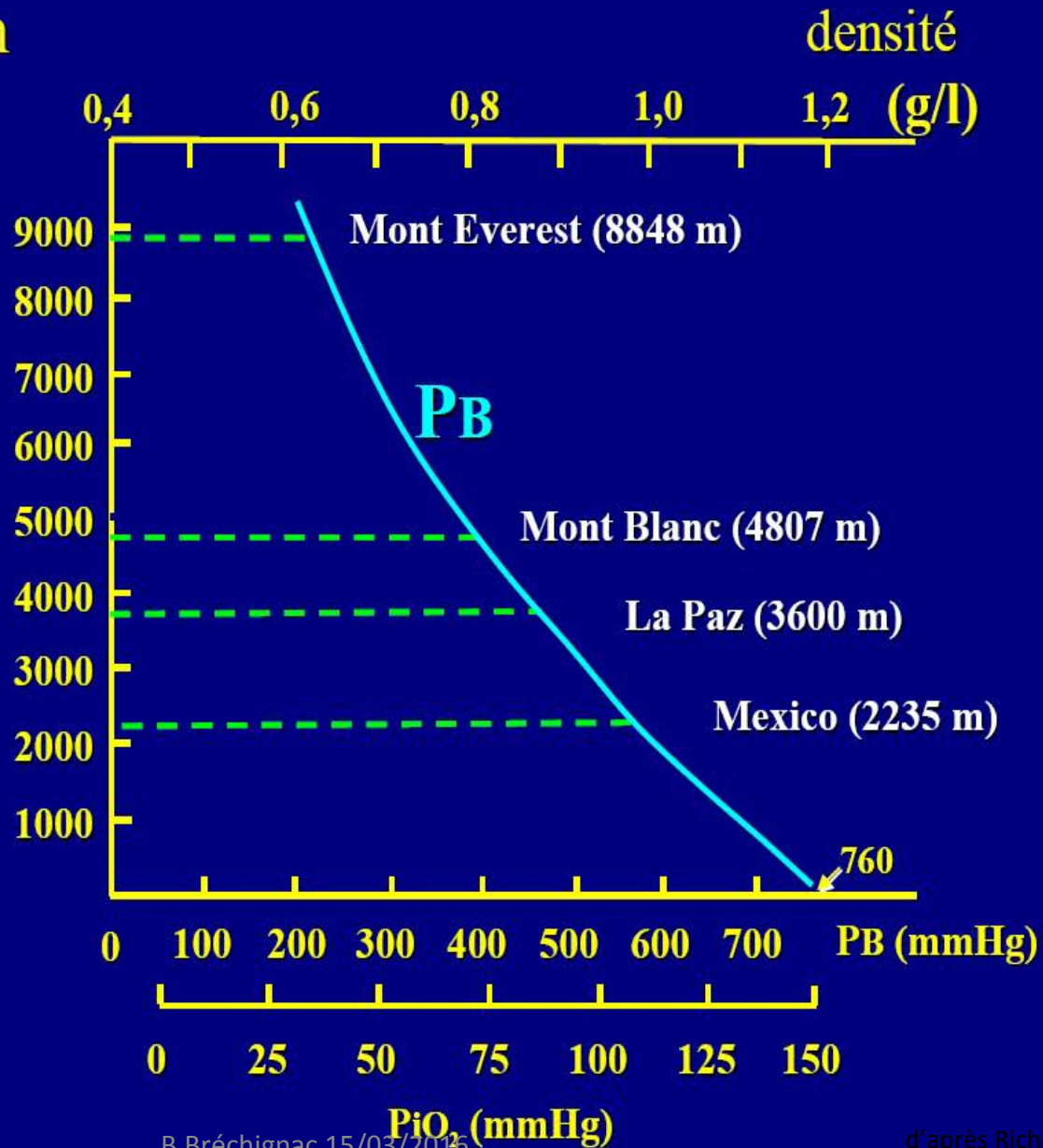
DEFINITION BIOLOGIQUE DE L'ALTITUDE

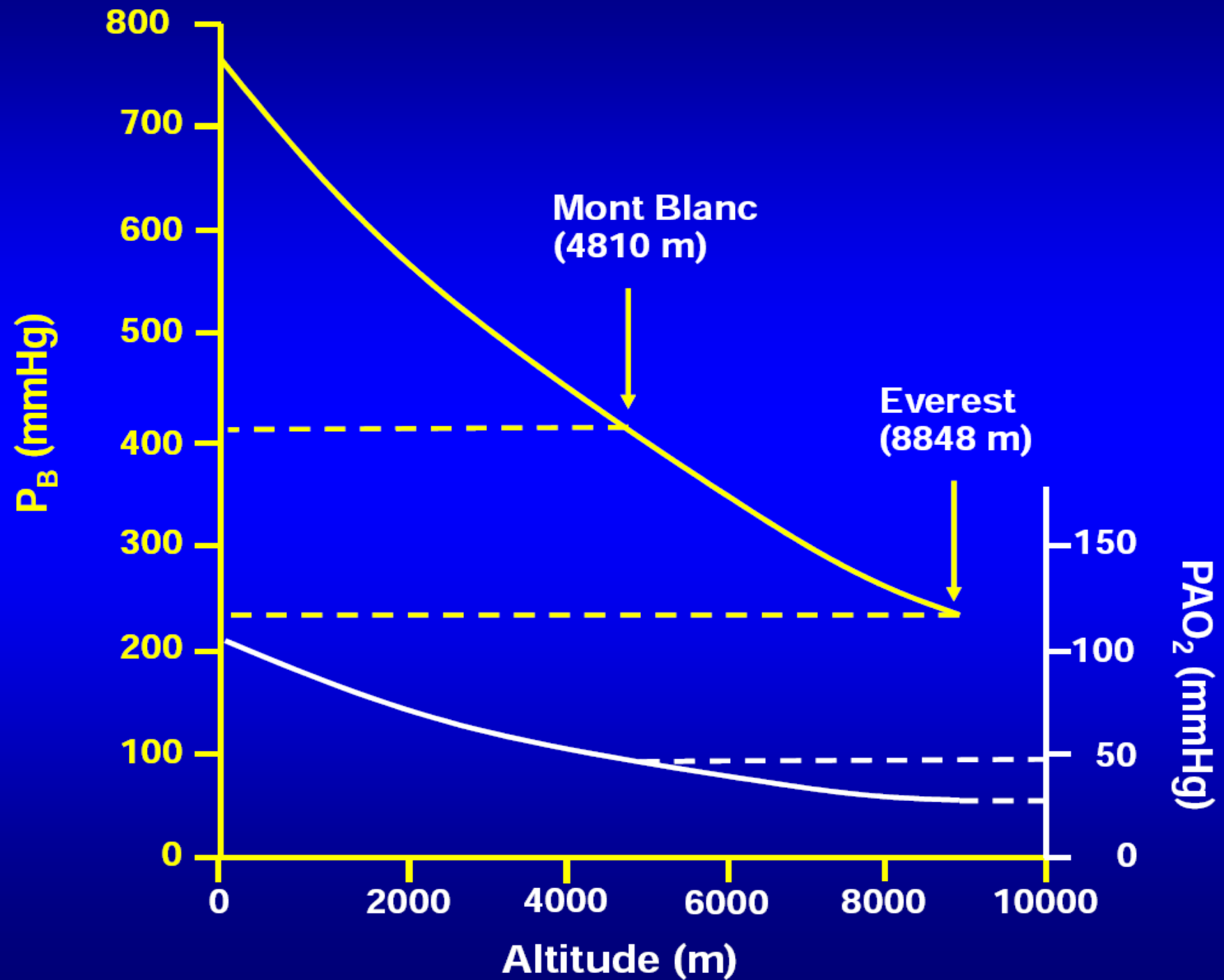


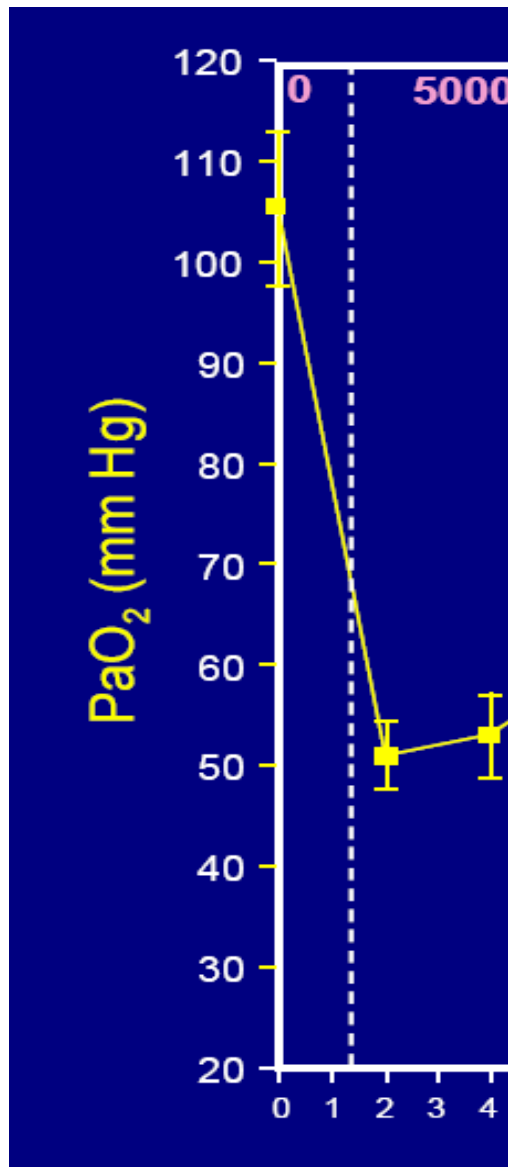
Baisse de la pression
barométrique et de
la densité de l'air
en fonction
de l'altitude

HYPOXIE =
Manque d'oxygène

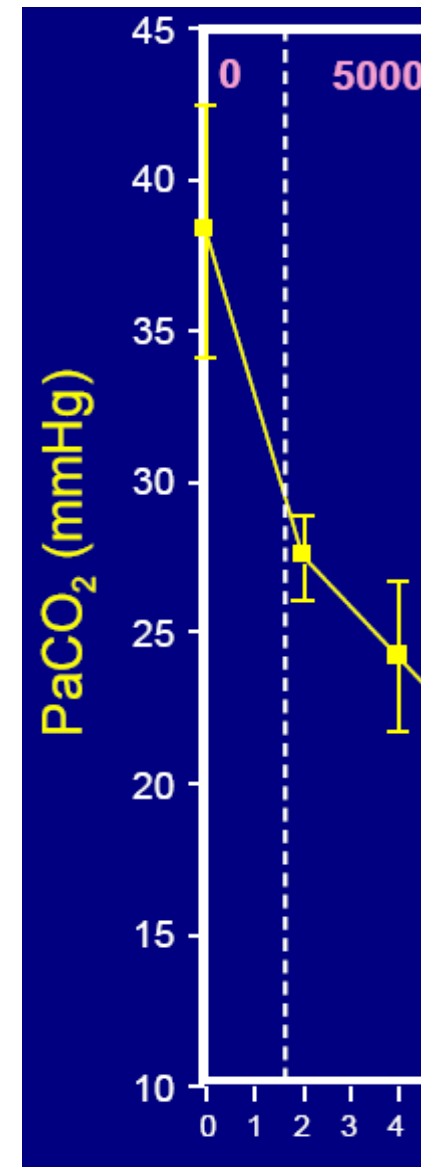
$$PiO_2 = FiO_2 \times (PB - PH_2O)$$





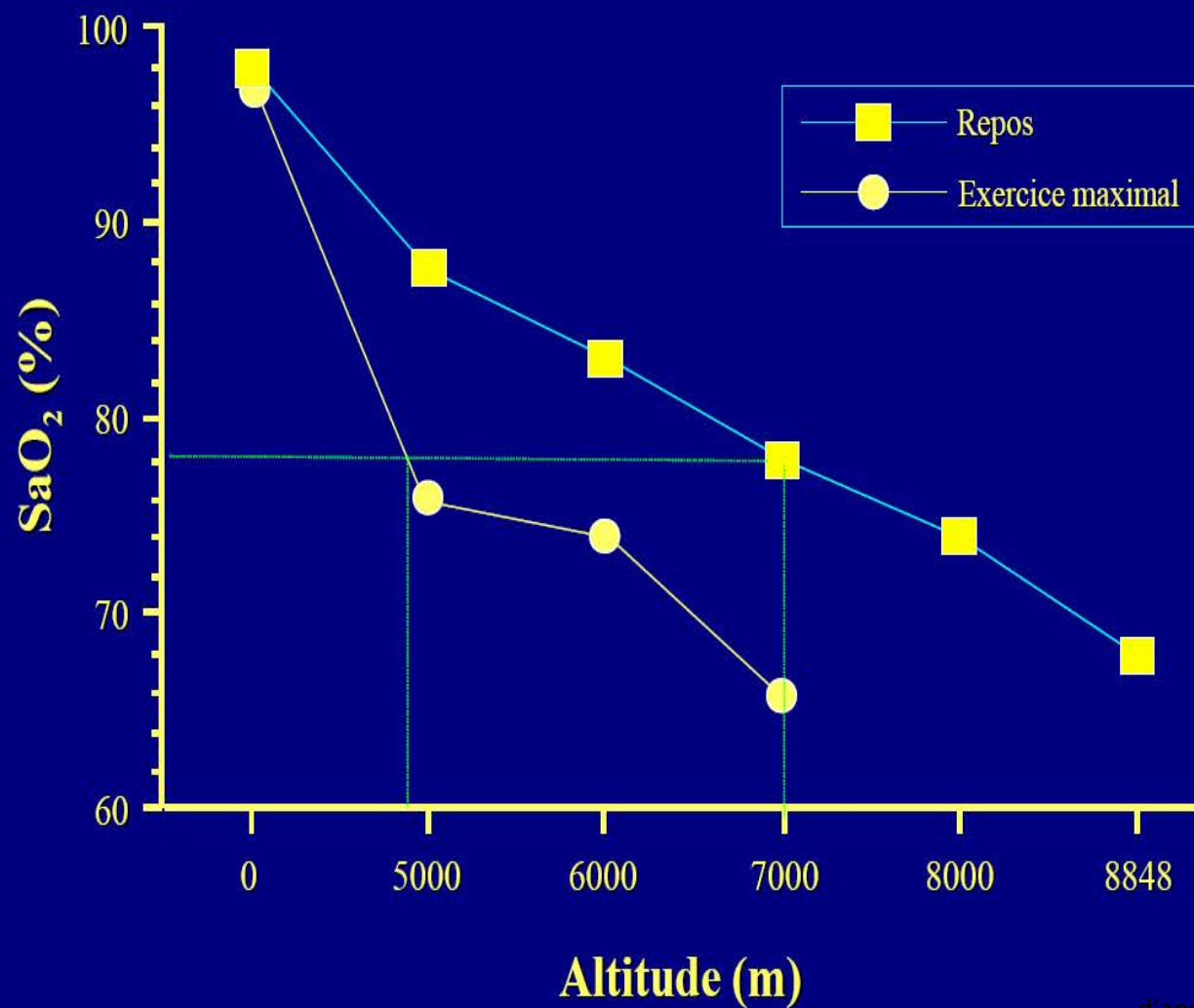


B.Bréchignac 15/03/2016



d'après Richalet

Saturation artérielle en O₂ en haute altitude



d'après Richalet

Effets cardio-vasculaires de l'hypoxie d'altitude aigüe

Stimulation adrénergique permanente :

- ↗ fréquence cardiaque
- ↗ débit cardiaque au repos et à l'exercice
- ↗ excitabilité
- ↗ indices de contractilité
- ↗ consommation d'O₂

Maintien de la fonction systolique sur cœur sain :

- ↘ diamètre télédiastolique du VG (gêne au remplissage liée à l'HTAP)

↗ Pression artérielle pulmonaire

Peu ou pas de modification de la PA systémique

Peu ou pas de modification du débit coronaire pour des altitudes < 3500m

↘ Performances physiques aérobie : ↘ VO₂ max

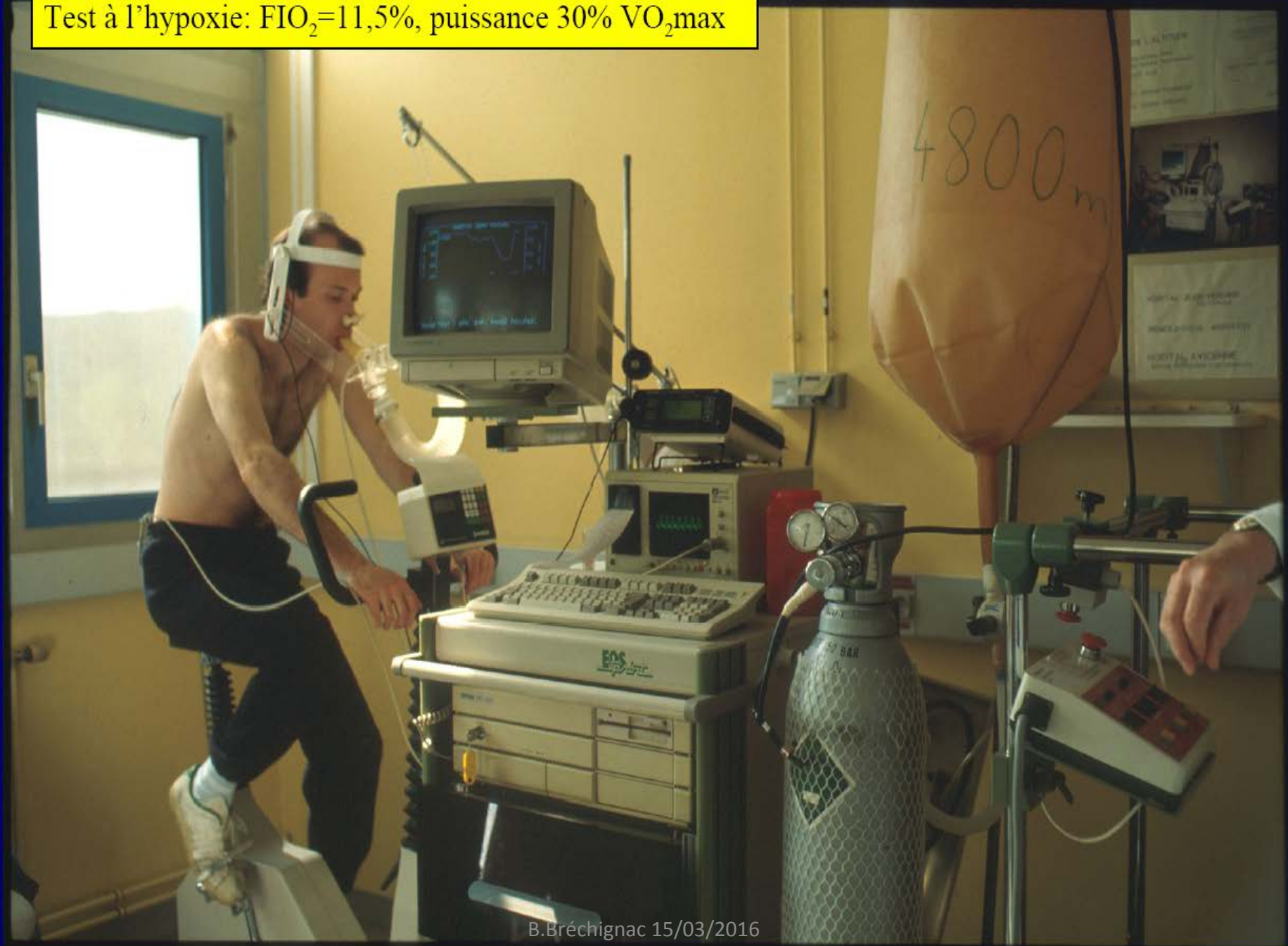
Effets cérébraux de l'hypoxie (PaO₂)

(Vasodilatation transitoire)

- Pour une baisse de 25 % : « possible » altération des fonctions supérieures
- Pour une baisse de 35 % : altération de la mémoire immédiate
- Pour une baisse de 50 % : altération du jugement
- Pour une baisse de 75 % : troubles de conscience / coma

En pratique : les effets cérébraux de l'hypoxie sont très variables d'un individu à l'autre et fonction de nombreux facteurs et donc peu mesurables

Test à l'hypoxie: $\text{FIO}_2=11,5\%$, puissance 30% $\text{VO}_{2\text{max}}$



En parapente : l'hypoxie, mythe ou réalité ?

Les facteurs « aggravants » :

- les contraintes extérieures s'additionnent
- les signes prémonitoires (nausées, céphalées) sont plus rares

Les facteurs « rassurants » :

- les plafonds > 4000 m sont rares et réservés à une élite souvent entraînée
- l'exposition est brève
- l'effort physique est souvent limité

Le Froid

B.Bréchignac 15/03/2016



Les contraintes physiques :

- perte de 6 à 8 ° / 1000 m : décollage à 1000 m (20 °)
plafond à 2500 = perte d'environ 10 °
- notion de vent relatif : addition de la « vitesse-sol » et du « vent de face »
= vent ressenti par le pilote

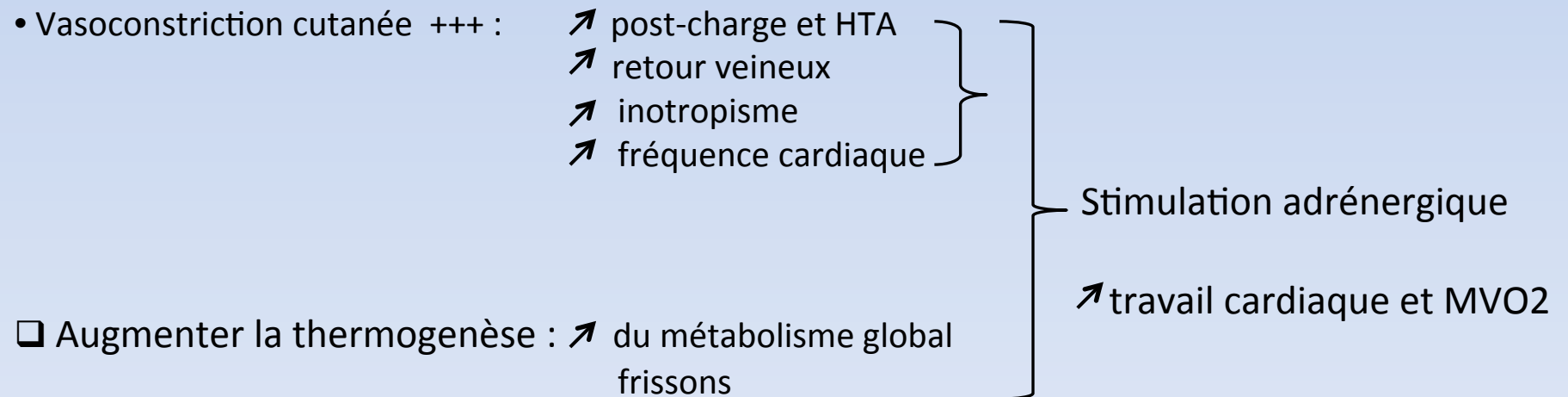
Les modes de perte calorique :

- conduction : faible ou nulle en parapente
- convection : fonction de la surface exposée au froid
- radiation : fonction de la surface exposée au froid
- évaporation : peut devenir importante en altitude (hyperventilation et en cas de stress important).

Principaux effets physiologiques

But de la réaction physiologique : éviter l'hypothermie et le refroidissement central

❑ Diminuer la perte thermique :



+ effets respiratoires (polypnée), modifications du calibre coronaire, modifications rhéologiques, effets rénaux, hémococoncentration etc...

**Le froid « serait » l'ennemi du patient coronarien
et du porteur de pathologie cardiaque en général !**

*Les acrocyanoses : posent des problèmes évidents
en particulier du fait de la position des mains en parapente*

Le froid : Une contrainte mais ...



Les protections sont désormais nombreuses !!!

B.Bréchnac 15/03/2016

Les variations de vitesse

B.Bréchignac 15/03/2016

Dans deux situations principales :

- les 360 (perte d'altitude d'urgence)
- autorotation (fermeture d'une demi-aile)
- et toutes les rotations rapides ... !

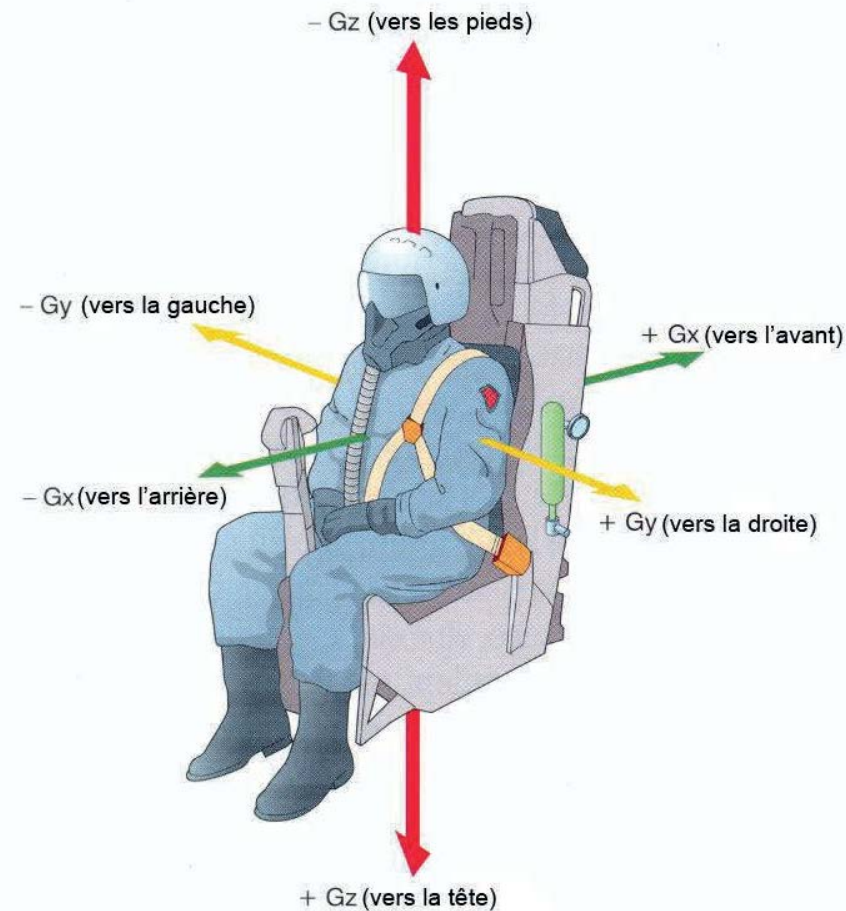


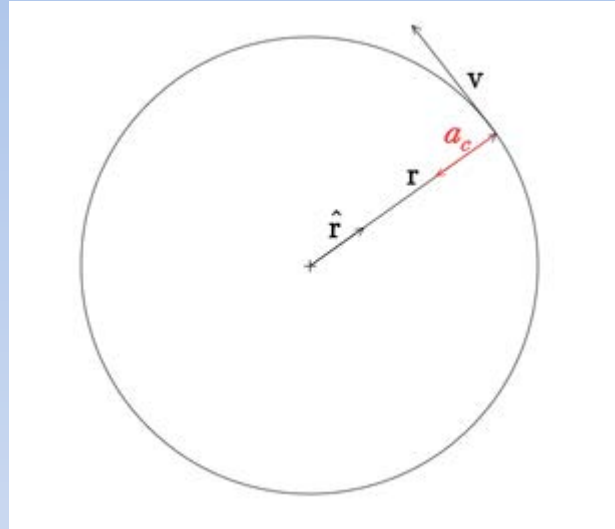
G et force centrifuge

Il s'agit du rapport entre l'accélération subie par un corps et l'accélération gravitationnelle.

Lorsque nous sommes sur terre, au repos, nous subissons 1 G en permanence.

Sous 2G le pilote pèse deux fois son poids, sous 3 G trois fois et ainsi de suite.





On nomme force centrifuge la force fictive agissant sur un corps ayant une trajectoire circulaire. Cette force est orientée vers l'extérieur de la rotation, elle est proportionnelle à la masse de l'objet en question, de sa distance par rapport au centre de rotation et au carré de la vitesse tangentielle.

Conséquences cardio-vasculaires

Le système cardio-vasculaire peut être comparé sous l'influence de la gravité à une colonne de liquide dans laquelle il existe un gradient de P (ΔP)

$P = h \cdot \rho \cdot a$ (h = hauteur , ρ = densité et a = accélération)

Tableau 1 : Pressions artérielles en différents points du corps (en mmHg), pour un sujet assis relaxé à + 1Gz et + 5 Gz

	+ 1Gz	+ 5Gz
Artère rétinienne	+ 78	0
Artères de la base du cerveau	+ 98	+ 10
Artères des sommets pulmonaires	+ 12	0
Ventricule gauche	+ 120	+ 120
Ventricule droit	+ 22	+ 22
Artères des bases pulmonaires	+ 30	+ 62
Artère rénale	+ 135	+ 195
Artère fémorale	+ 155	+ 295
Artère pédieuse	+ 190	+ 470

Il existe une réponse adrénergique par stimulation du baro-réflexe (tachycardie vasoconstriction et tachypnée), mais réponse partielle et fonction de la vitesse d'établissement de l'accélération.

En pratique :

- 1G : sensation de son propre poids
- 2G : lourdeur de la tête et des membres
- 3G : extrême lourdeur , premiers signes oculaires et viscosité mentale +++
- 4G : perte de la vision périphérique (zone de la cornée la moins vascularisée) = voile gris
troubles de la coordination, baisse de la réactivité, euphorie, amnésie.
- 5G : perte de la vision = voile noir mais pas de troubles de la conscience
- 5.5G : perte de connaissance

Pour mémoire : le maximum enregistré en parapente = 8.4 G en biplace



B Bréchnac 15/03/2016

Le stress

B.Bréchignac 15/03/2016

Multiples composantes et conséquences :

■ Physiques : « orage catécholaminergique » :

• Conséquences cardiologiques :

- Hypertonie vagale
- HTA
- Coronaropathies
- IVG
- Troubles du rythme
- etc...

• Conséquences comportementales :

- troubles de la concentration
- troubles de la vigilance (tunellisation mentale)
- viscosité mentale
- gestes moins précis, inadaptés

Pour le parapentiste, il s'agit d'un phénomène physiologique normal, avertisseur de danger. A l'inverse, l'absence de stress limite les capacités physiques et mentales et augmente le risque.

S'en faire un ami !!!

- limiter les facteurs physiologiques aggravants : déshydratation, hypoglycémie, fatigue
- se connaître et respecter ses limites techniques et psychologiques +++
- se créer des automatismes, un rituel, s'enfermer dans sa bulle au décollage
- se méfier des effets de groupe
- anticiper

« Le courage ne réside pas dans le fait de ne pas avoir peur mais de contrôler et de rationaliser sa peur. Pour réaliser ses objectifs personnels ou simplement progresser il faut parfois accepter de sortir de sa zone de confort. »

La Déshydratation

A person is paragliding over a vast, snow-capped mountain range. The paraglider's red and yellow canopy is prominent in the upper center of the frame. The mountains below are rugged and covered in patches of snow, with dark green forested slopes visible in the foreground. The sky is a clear, deep blue.

B.Bréchnac 15/03/2016

Les facteurs :

- altitude (assèchement de l'air en altitude)
- variations thermiques
- polypnée de toute origine
- effort
- stress

Les volumes estimés : 1500 à 2000 ml/2h

Les conséquences : perte de 20% de la performance pour 2% de perte en eau
perte de 40 à 50% pour 4 %
viscosité mentale, fatigue, troubles musculaires, décisions
multiples etc...

Facteur d'accident non négligeable

A wide-angle aerial photograph showing dozens of paragliders in various colors (red, yellow, green, blue, purple) scattered across a vast, clear blue sky. Below them, a hazy mountain range stretches across the horizon, with some green valleys and small settlements visible. The overall scene is one of a large-scale paragliding event or competition.

Contre- indications cardiologiques à la pratique du parapente

B.Bréchignac 15/03/2016

CONDITIONS MEDICALES ET CONTRE-INDICATIONS RELATIVES ET DEFINITIVES

http://federation.ffvl.fr/sites/ffvl.fr/files/2015_Conditions_m%C3%A9dicales_et_contre-indications_0.pdf

Appareil Cardio-Vasculaire : Etat compatible avec effort prolongé (test de Ruffier), d'intensité moyenne (isométrique) et des sollicitations brèves mais submaximales. ECG : recommandé à la 1ère licence pour détecter les risques de troubles du rythme, obligatoire après 50 ans et en cas de facteurs de risques familiaux ou personnels (obésité, cholestérol, tabagisme, HTA) ainsi qu'anomalie clinique connue ou suspectée. TEST D'EFFORT : recommandé dès 40 ans, obligatoire pour toute anomalie clinique, électrique, de P.A. ou lors du test de Ruffier.

Contre indications à l'exception du Cerf Volant (pour le kite, à apprécier en fonction de l'intensité de la pratique) :

- Troubles de l'hémostase (inné, acquis ou médicamenteux) (pour le kite, à apprécier en fonction de l'intensité de la pratique),

Contre indications à l'exception du Cerf Volant y compris de traction (Kite) :

- HTA et cardiopathies non stabilisées, arythmogènes ou non,
- Atteintes vasculaires périphériques susceptibles d'être aggravées par la compression de sangles des harnais et des sellettes

Système Nerveux :

- Intégrité des fonctions anatomiques, motrices, sensibilités superficielle, profonde, et proprioceptivité respectées.
- Emotivité compatible avec le Vol Libre et la traction.

Contre indications : Toute affection entraînant un défaut de maîtrise. Certaines sont définitives.

A l'exception du Cerf Volant y compris de traction (Kite),

- les séquelles d'affections cérébrales ou méningées, traumatiques ou non, du fait du risque majoré d'œdème cérébral hypoxique d'altitude. De même toute altération ou perte de conscience d'origine connue (épilepsie) est une contre indication absolue jusqu'à leur disparition clinique et/ou électrique, sans traitement depuis deux ans.
- Toute altération ou perte de conscience d'origine inconnue mais habituelle (malaise vagal, spasmophilie) est une contre indication absolue jusqu'à disparition clinique depuis deux ans.
- Tout syndrome psychiatrique connu et traité, ou dépisté lors de l'examen est incompatible avec ce sport aérien (aucun handicap psychique invalidant). Il en est de même pour toute intoxication : alcoolique, toxique ou médicamenteuse.

NB : Il faut recommander aux pilotes de s'interdire l'emploi non contrôlé des médicaments sédatifs ou excitants. Y compris quand ils ne sont pas perçus comme tels : les antalgiques codéinés, les antitussifs, les antiallergiques, certains anti-inflammatoires ou décontractants musculaires. Le praticien devra prendre en compte cet item lors de la prescription et informer le pilote de leur longue durée d'élimination et de leur potentialisation entre eux, par l'hypoxie, la déshydratation, la fatigue et par l'alcool.

B.Bréchnac 15/03/2016

Tableau 1 : Classification des sports (Mitchell)

Composante	A- Dynamique faible	B- Dynamique moyenne	C- Dynamique forte
I- Isométrique faible	Billard Bowling Golf Tir Cricket Curling Tir à l'arc	Baseball Tennis de table Tennis en double volleyball	Ski de fond Hockey sur gazon Course d'orientation Marche (athlétisme) Course de fond Football (1) Tennis simple Squash
II- Isométrique moyenne	Course automobile (1-2) Plongeon (1-2) Motocyclisme (1-2) Equitation (1-2)	Escrime Sauts (athlétisme) Patinage artistique (1) Football américain (1) Rugby (1) Course de vitesse Surf (1-2) Natation synchronisée (2)	Basket ball Hockey sur glace (1) Ski de fond Course de demi-fond Natation handball
III- Isométrique importante	Lancer Gymnastique (1-2) Judo, karaté (1) Voile Escalade (1-2) Ski nautique (1-2) Haltérophilie (1-2) Planche à voile (1-2) Luge (1-2) Bobsleigh (2)	Body-building (1-2) Ski de descente (1-2) Lutte (1)	Boxe (1) Cyclisme (1-2) Décathlon Aviron Patinage de vitesse Canoë-kayak

(1) Risque de collision - (2) Risque accru en cas de syncope

Bilan d'aptitude cardiologique d'un parapentiste

➤ Recommandations fédérales :

- Interrogatoire classique
- Examen clinique complété par un test de Ruffier
- ECG : recommandé à la 1^{ère} licence
obligatoire après 50 ans ou si facteurs de risque ou anomalie clinique constatée
- Epreuve d'effort : recommandée dès 40 ans
obligatoire pour toute anomalie clinique, ECG, TA ou au test de Ruffier

➤ **Bilan cardiologique et surveillance des sportifs de haut niveau :**
(commun à toutes les disciplines)

- ECG tous les ans
- Epreuve d'effort tous les 4 ans
- Echographie cardiaque à la première inscription sur la liste ministérielle

➤ **Faut-il s'en tenir aux recommandations ?**

- ECG systématique à la première licence
- Place de l'échographie ???

Troubles de l'hémostase inné, acquis ou *médicamenteux* :

- AOD ou AVK :



CI

- Anti-aggrégant :

- Double thérapeutique :



CI

- Aspirine mono-thérapie :



Prudence, mais pas de CI

Porteurs de matériels implantables

- Défibrillateur :  **CI** pilote et passager
- Pace-maker : si la cardiopathie sous-jacente l'autorise à distance de l'implantation et après contrôle  **autorisé**

HTA

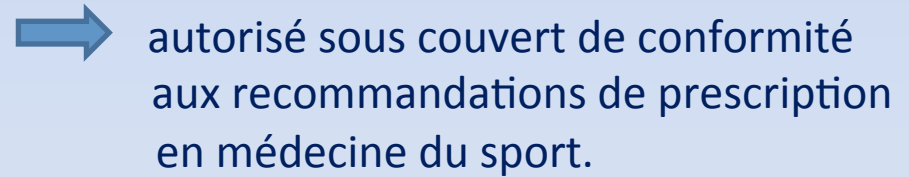
- non stabilisée :



- stabilisée en monothérapie :



- stabilisée en multi-thérapie :



Insuffisance cardiaque

Valeur cible acceptée en médecine du sport comme incompatible

FE < 50 % :  **CI**
stabilisée ou non et quelle qu'en soit la cause

HTAP

CI quelle qu'en soit la cause

Troubles du rythme

➤ Supra-ventriculaires :

- auriculaires : permanents ou paroxystiques la **CI** est souvent indirecte :
traitement anti-coagulant, malaises, ins cardiaque
- jonctionnels :  **CI** (relative si ancien et parfaitement toléré)

➤ Ventriculaires : **CI**

Cardiopathie ischémique

➤ **Crise d'angor isolée** et/ou découverte d'une cardiopathie ischémique silencieuse :

sous condition:

- d'une exploration (coronaro, scinti, coro-scanner) précisant la/les lésions
- qu'il ne s'agisse pas d'une lésion diffuse (pluri-tronculaire)
- totalement asymptomatique à 6 ou 9 mois sans nécessité de recours aux nitrés
- de l'absence d'insuffisance cardiaque
- d'un suivi cardiologique semestriel
- d'une épreuve d'effort maximale pour l'âge et le sexe : normale et annuelle



autorisé sous condition (le certificat doit le mentionner)
et pour une pratique de loisir exclusivement

➤ **Angor spastique :**

le caractère imprévisible

le risque de troubles du rythme voire de « mort subite »



CI définitive

➤ **après un épisode coronarien aigu avec ou sans modification du segment ST :**

- sans revascularisation :
sous condition
absence de zone d'ischémie résiduelle (*troubles du rythme potentiels*)
+ les conditions requises après angor

➡ **autorisé sous condition** (le certificat doit le mentionner)
et pour une pratique de loisir exclusivement

- après revascularisation : (chirurgicale ou angioplastie)

Idem **MAIS** en intégrant les problèmes propres aux thérapeutiques
(anti-coagulant et anti-aggrégant en particulier)

**Pas de problèmes propres liés aux stents actifs ou pas, en-dehors de la
nécessité d'un traitement anti-aggrégant**

➡ **autorisé sous condition** (le certificat doit le mentionner)
et pour une pratique de loisir exclusivement

Deux populations particulières : le Biplace

➤ Le passager :

- aucune recommandation médicale fédérale
- vole le plus souvent en bonnes conditions
- n'a aucune responsabilité dans le vol
- n'est pas soumis à des conditions extrêmes

➡ plus « light » sur les **CI**

➤ Le pilote :

- aucune recommandation médicale fédérale
- a des responsabilités énormes (son passager, lui-même)
- conditions de travail difficiles (pressions nombreuses +++)
- travailleur indépendant à « haut risque »

➡ très rigoureux sur les **CI**

A chaque vol, il y a un point de non retour au moment du décollage !

Je vous remercie !