

ENTRAÎNEMENT EN ALTITUDE / HYPOXIE

Altitude et activité physique

- Séjour en altitude
 - Entraînement
 - Acclimatation
 - (alpinisme, trek, compétition)



- (d) Maintain proper personal hygiene. Change boots and socks regularly. Wet socks or gloves should be changed at the earliest.



2) Don'ts ❌

1. Avoid any kind of physical exercise or exertion during the first 24 hours after arrival.
2. Do not skip meals.
3. Avoid night stay at places above the altitude of 13000 feet.
4. Don't de-board your vehicle at Khardong La and Changla Top for long durations.
5. Do not get unduly exposed to high wind velocity.
6. Do not wet hands with kerosene, petrol or alcohol.
7. In case cold injury occurs, do not re-warm in direct fire or by vigorous rubbing. Avoid re-freezing after thawing.
8. Do not disregard symptoms of any illness.
9. Do not take sleeping pills or tranquilizers without the prescription of the doctor.

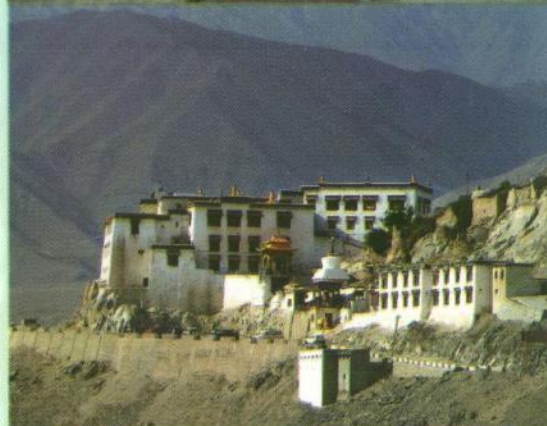
What to do in case of high altitude sickness:

- Consult physician immediately
- In case the doctor is not available, administer oxygen through cylinders.
- Descend to relatively lower altitudes, especially for those who are on trekking or expeditions.
- Never leave an affected person alone.



Contact Numbers in case of emergency:

- Sonam Norbu Memorial Hospital: 01982-252014 / 253629 (emergency cases)
- Office of the Chief Medical Officer, Leh: 01982-252012
- 24x7 emergency numbers: 102, 01982-253629

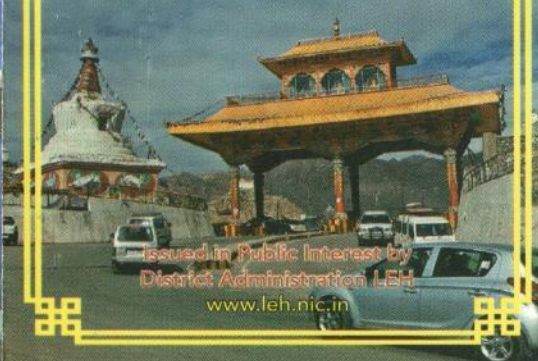


Published By
Tourism Department, LEH
Govt. of Jammu & Kashmir
Phone: 01982-257866, 252297



HEALTH ADVISORY

WELCOME TO LEH



Issued in Public Interest by
District Administration LEH
www.leh.nic.in

Leh district is situated at an altitude that ranges between 3000-5486 (9843 ft- 18000 ft). The incoming tourists are prone to various altitude related physical disorders like **Acute Mountain Sickness (AMS)**, **High Altitude Cerebral Edema (HACE)**, **High Altitude Pulmonary Edema (HAPE)** and **conditions of Hyper-coagulation**. High altitude sickness can occur to anyone travelling above 8000 ft (2440 m) and proper precautions should be taken to avoid these medical disorders.

- Low pressure & rarefied air in Leh results in low barometric pressure of the ambient air decreasing the capacity of lungs to pump oxygen.
- Tourists coming by flights are more susceptible to mountain sickness due to sudden altitude change.

- Adequate time must be given to the body to adapt and acclimatize.
- If not treated, AMS can progress to severe conditions like HAPE and HACE which can even result in coma and death in a quick time.

Symptoms of High Altitude Sickness:

- Headache
- Nausea and Vomiting



However, there is no substitute to natural acclimatization.


- Memory loss & features related to psychotic behaviour
- Coughing & spitting blood with sputum and with lips, nails and tongue turning blue.




DOS & DON'TS AT HIGH ALTITUDE

1) Do's

1. Acclimatise by doing the following:

- (a) Rate of acclimatization is different for different people.
- (b) Complete bed rest for the first 24 hours after arrival. 
- (c) No smoking and alcohol for the first 24 hours
- (d) Diamox (acetazolamide) is a commonly

However, there is no substitute to natural acclimatization.

- (e) Light physical exercise after proper acclimatization is recommended. 

2. Plan Your Tour:

- (a) Visits to the western sides of the district should be planned first followed by the northern (Nubra Valley) and eastern sides (Pangong Lake, Tso Moriri).

(b) Old and the infirm may seek doctor's advice before proceeding to Khardong La, Pangong Lake and Tso Moriri.

Proper Diet:

Take sufficient amounts of oral fluids (water/juice) and avoid dehydration. Take diet rich in carbohydrates.



Proper and Adequate Clothing:

Dress adequately for the temperature. Clothing should be preferably wind-proof, warm, and well insulated. Always carry spare gloves and socks in your kit.

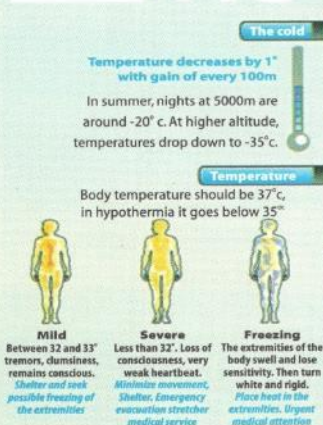


- (c) Use dark snow goggles while in snowbound areas. Cover exposed parts sufficiently to avoid cold injury.



AMS

Acute Mountain Sickness

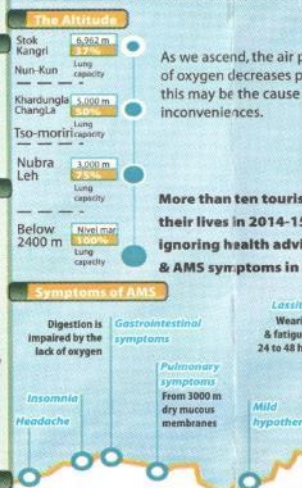


How to prevent Acute mountain sickness:

1. Ascent graduate. Start the rise below 3000 mt.
2. A night of acclimatization every 1000 metres.
3. Abundant hydration (5 liters per day).
4. You can achieve higher blood oxygen levels with a diet with 70 to 80% carbohydrate.

How does the activity level and height affect?

No medical exam can determine a person's aptitude to height. There is no difference in sex or age. Height, cold and activity level are the three variables that influence a person's chances of suffering with AMS.



More than ten tourists lost their lives in 2014-15 after ignoring health advisories & AMS symptoms in Leh.

Altitude cerebral edema
Presents: headache, vomiting, ataxia, lassitude and low volume of urine. Shortness of breath or cough. There is sometimes confusion and may suffer anorexia or hallucinations. Weakness or paralysis on one side of the body.

The Descent is the only therapy. Oxygen should be given.

Altitude pulmonary edema
is the progressive flooding of the pulmonary alveoli, marked shortness of breath even at rest. Dry cough, headache, lassitude and reduced urine output, peripheral edema and ataxia.



Hypoxie aigüe

- Diminution $\text{VO}_{2 \text{ max}}$
- Diminution FC_{max}
- Diminution débit cardiaque max
- Diminution pouvoir tampon musculaire des bicarbonates
- Augmentation du taux de lactates à intensité sous-maximale
- Effets neuro-végétatifs, balance ortho-sympathique



Altitude	Distance (m)	SD	Low intensity (m)	SD	High Intensity (m)	SD	Sprints	SD
High	102,872	524	61,948	244	25,106	297	949	15
Low	106,840	545	62,095	273	27,856	335	1,059	15
Diff (%)	-3.9%		-0.2%		-11.0%		-11.5%	

Coupe du monde de football 2010 : 29 matchs (1200-1700m) versus 19 matchs (plaine)

- 10 sprints (-275 m) /joueur
- Décisions, choix tactiques dégradés

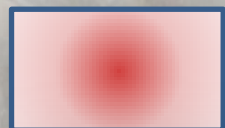
Entraînement

- Intensité
- Volume
- Récupération
- Endurance
- Force
- Nutrition
- ...
- Acclimatation

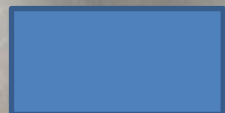
A
L
T
I
T
U
D
E



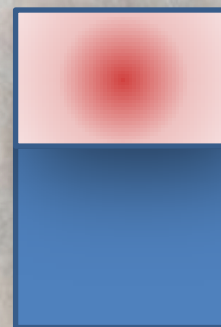
Athlète - Amateur



Modulable



Fonctionnelle

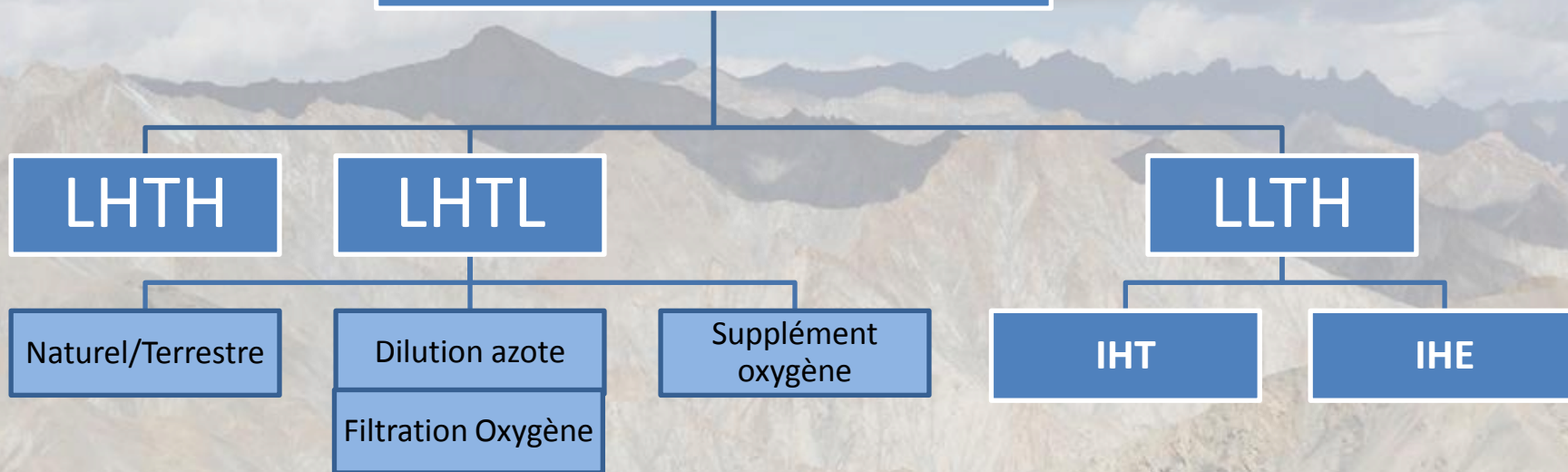


Amateur



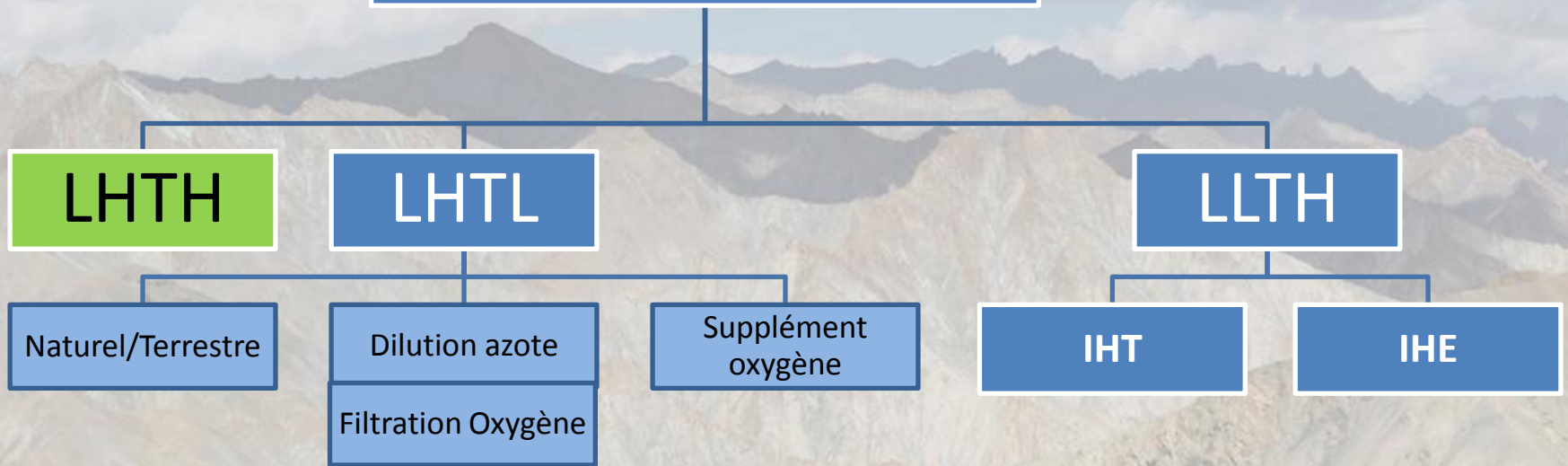
Athlète confirmé

Entraînement en altitude/hypoxie



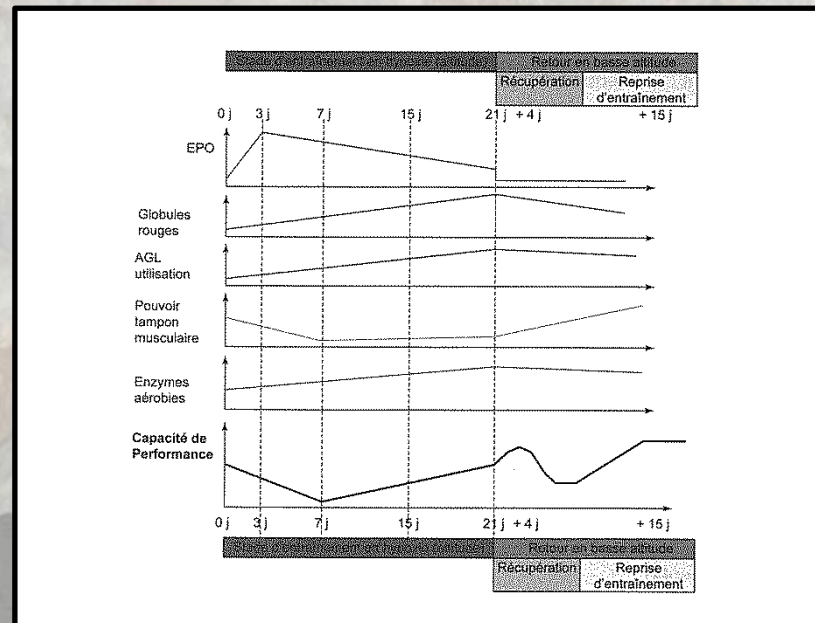


Entraînement en altitude/hypoxie

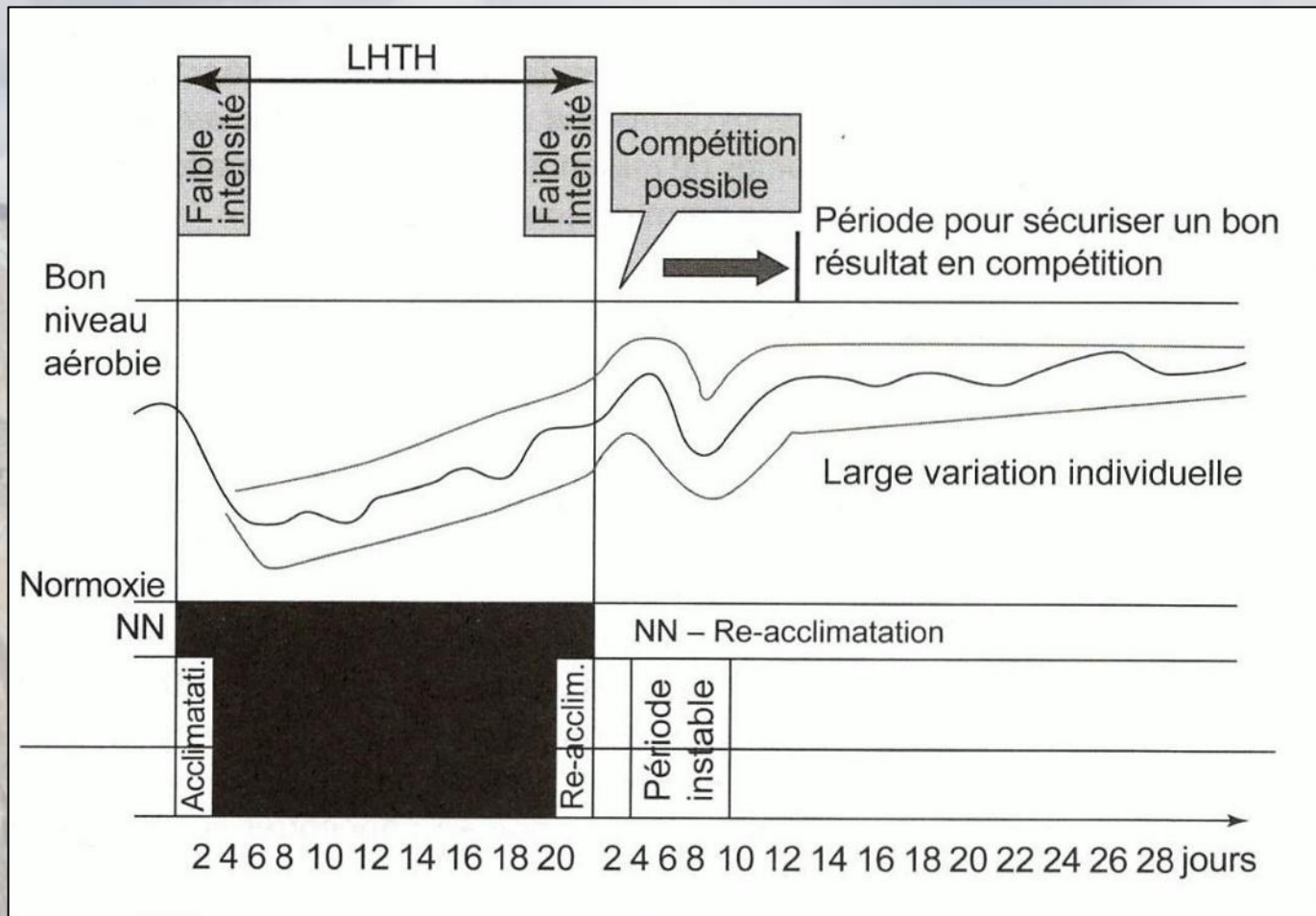


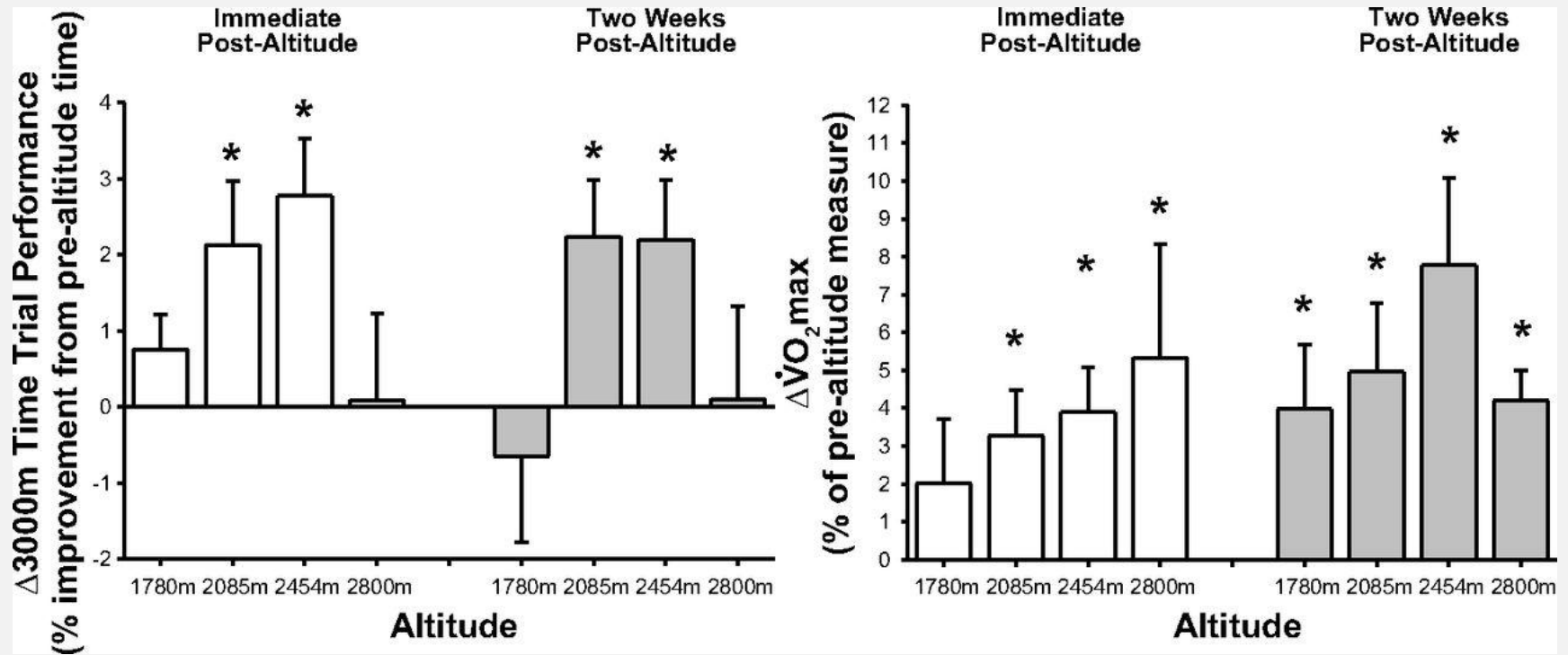
LHTH : Vivre, s'entraîner en haut

- 1900-2500 m
- Erythropoïèse
- Déplacement vers la droite de la courbe de dissociation
- Adaptations musculaires

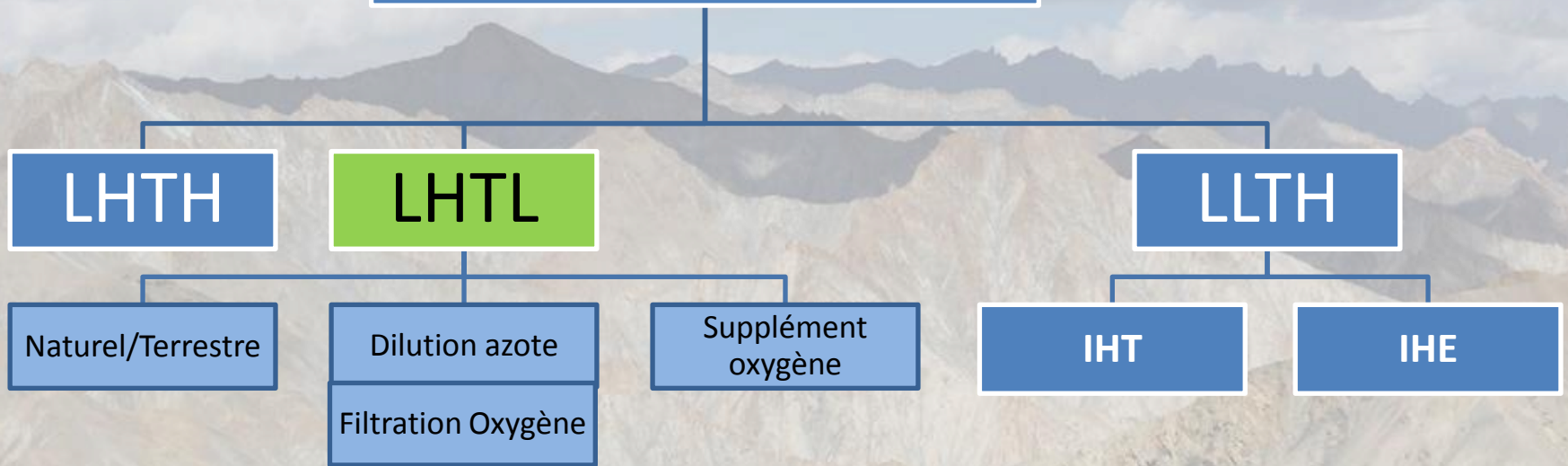


LHTH : Vivre, s'entraîner en haut



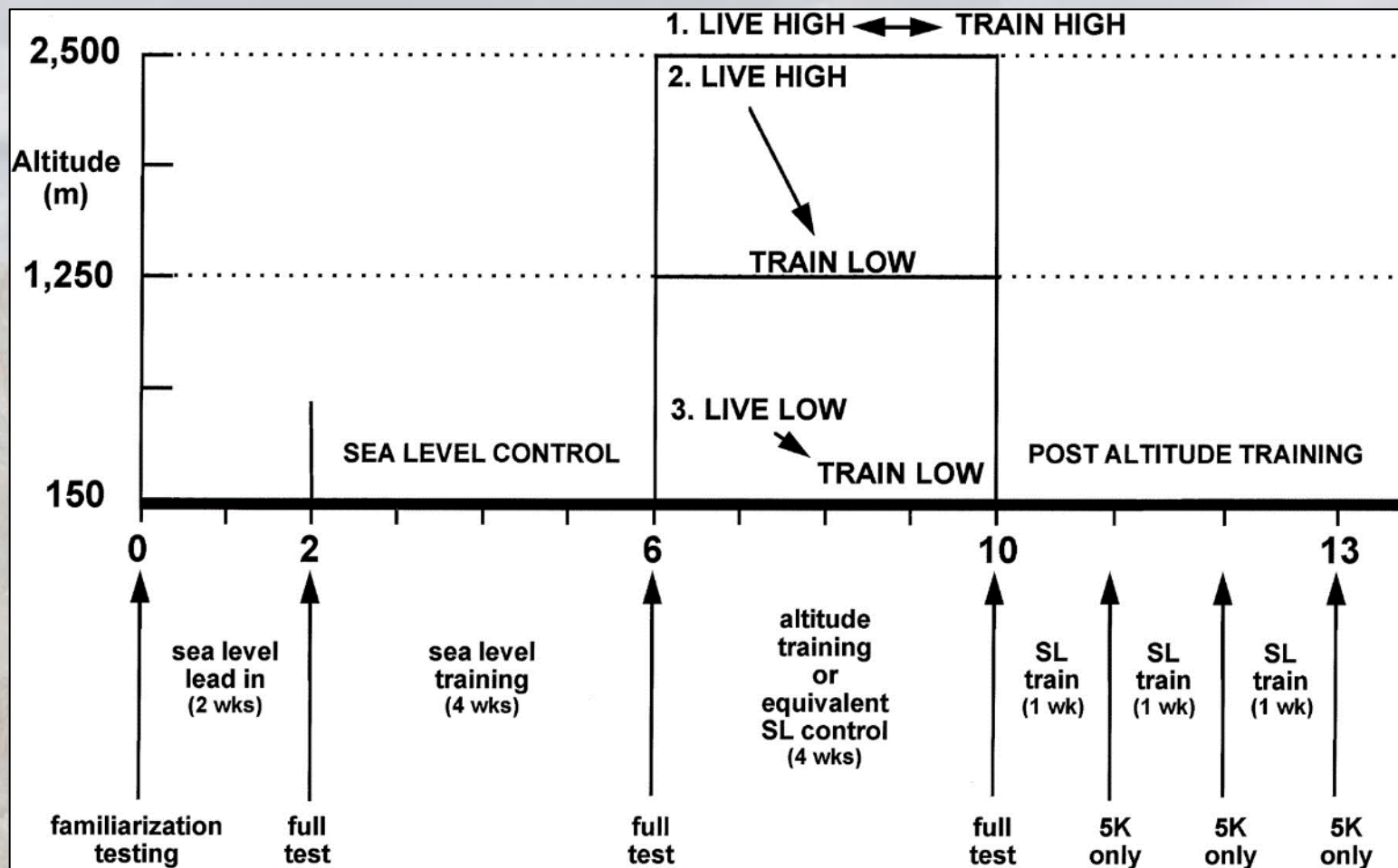


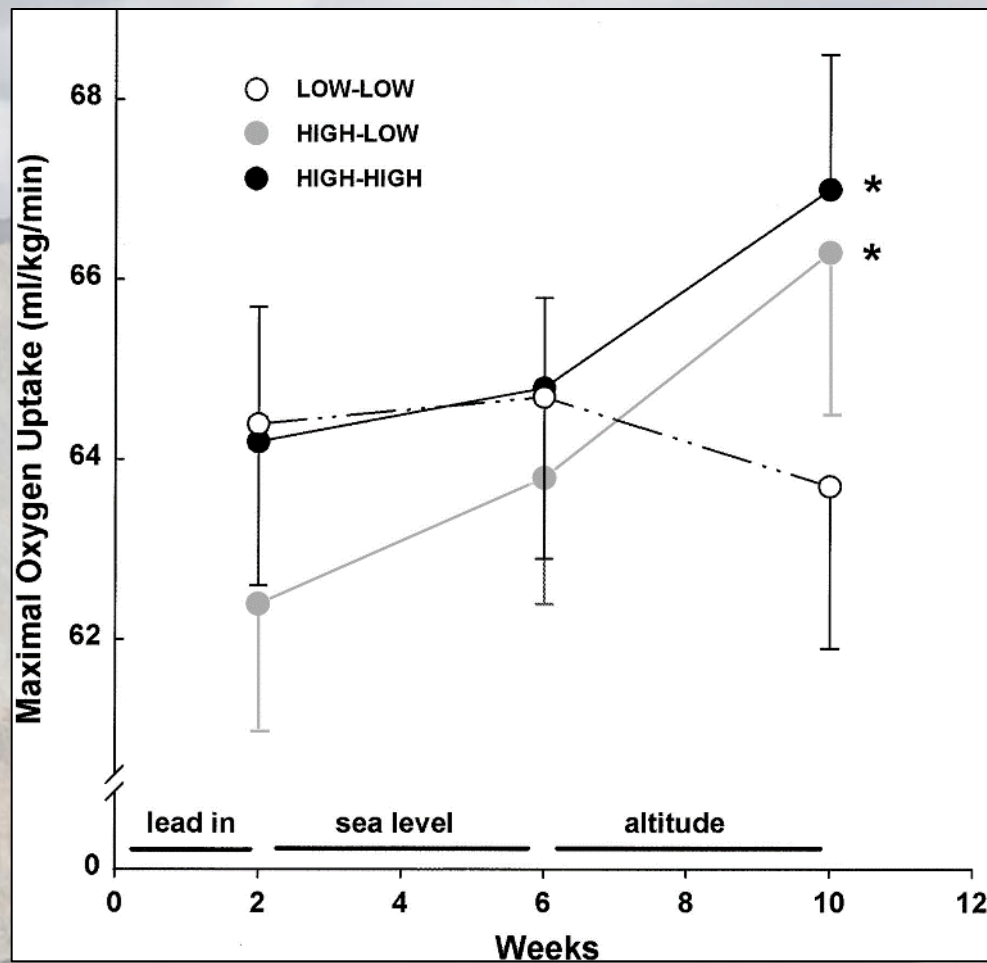
Entraînement en altitude/hypoxie



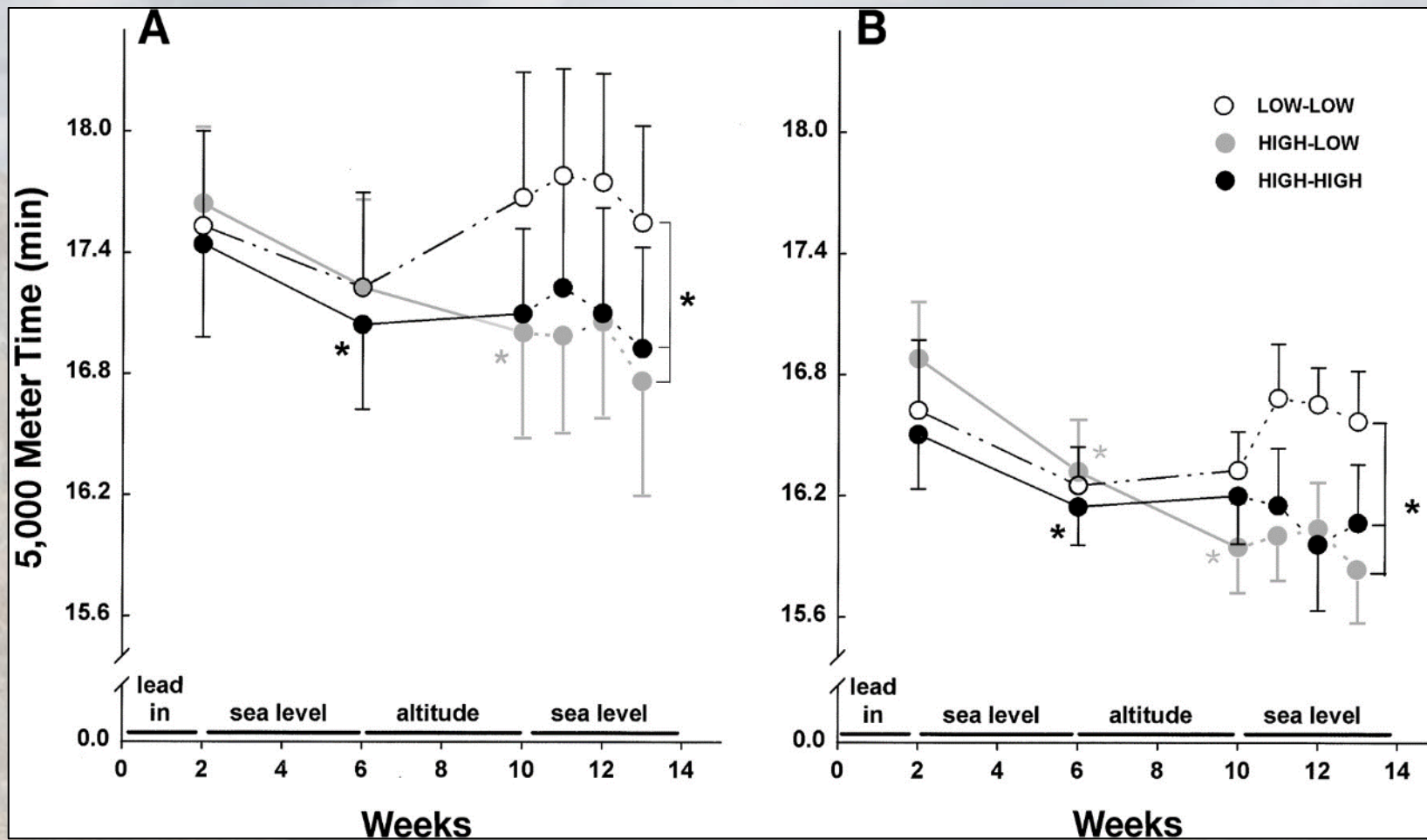
LHTL : Vivre en haut, s'entraîner en bas

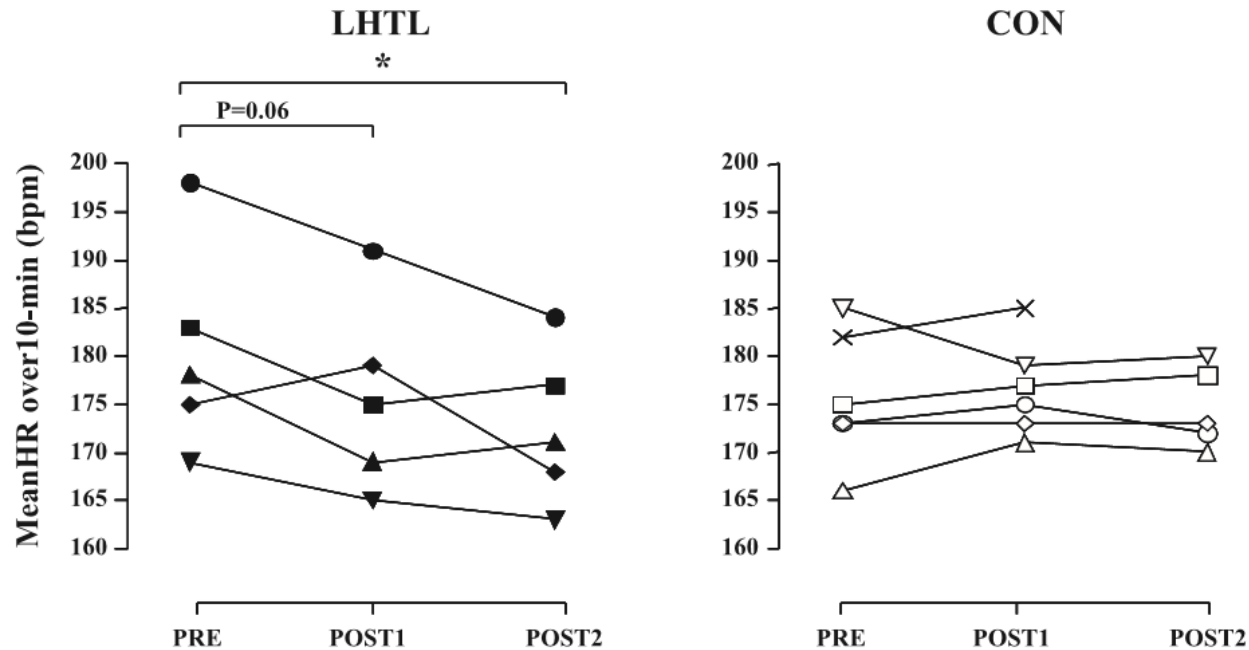
- LHTL préjudiciables capacités neuromusculaires
- Vivre 2000-3000 m, s'entraîner 0-1200 m
- Stimulus hypoxique de longue durée
- Acclimatation





Levine 2002





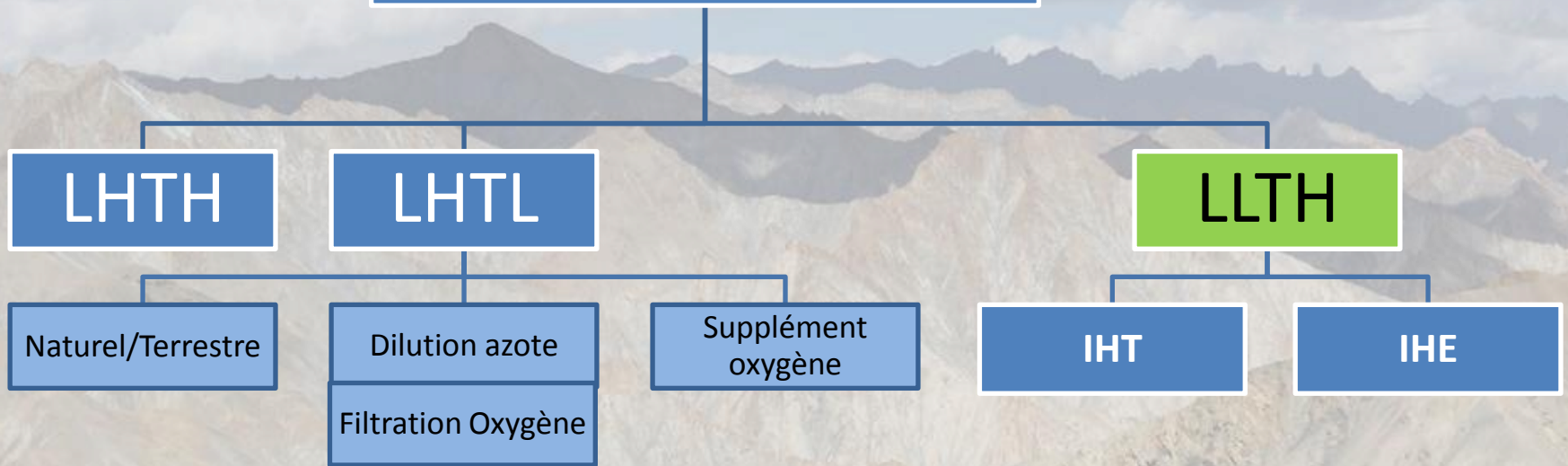
J Appl Physiol • VOL 100 • JANUARY 2006 • www.jap.org

Fig. 3. Individual values of mean heart rate (HR) over a 10-min run at 19.5 km/h. Trial was performed at Pre, Post1, and Post2. * $P \leq 0.05$ vs. Pre. One CON subject was missing at Post2.

LHTL : Vivre en haut, s'entraîner en bas

- Amélioration des capacités d'endurance
 - \uparrow VO_2 max
 - PMA ou VMA
 - Performance maximale spécifique
 - VO_2 seuil d'accumulation lactique

Entraînement en altitude/hypoxie



IHE : Exposition intermittente hypoxique

- Nombreux protocoles
- Durées d'exposition (secondes → heures)
- Niveaux de stress hypoxique différents
- Nombres de séances/semaine différents
- Expositions brèves → EPO ↑ sans réponse érythropoïétique
- Pas de modification significative de la performance en endurance

IHT : Entraînement intermittent hypoxique

- Nombreux protocoles
- Durées d'exposition (secondes → heures)
- Niveaux de stress hypoxique différents
- Nombres de séances/semaine différents
- Type et intensité entraînements différents

IHT : Entraînement intermittent hypoxique

- Altitude, chambres, masques, hypoventilation volontaire
- Modifications des paramètres hématologiques uniquement si combiné à exposition passive
- IHT haute intensité :
 - pas efficace pour amélioration des performances aérobiques en plaine
 - Peu d'études sur les modalités à utiliser pour effets sur performance anaérobie

HIT Hypoxic Intermittent Training

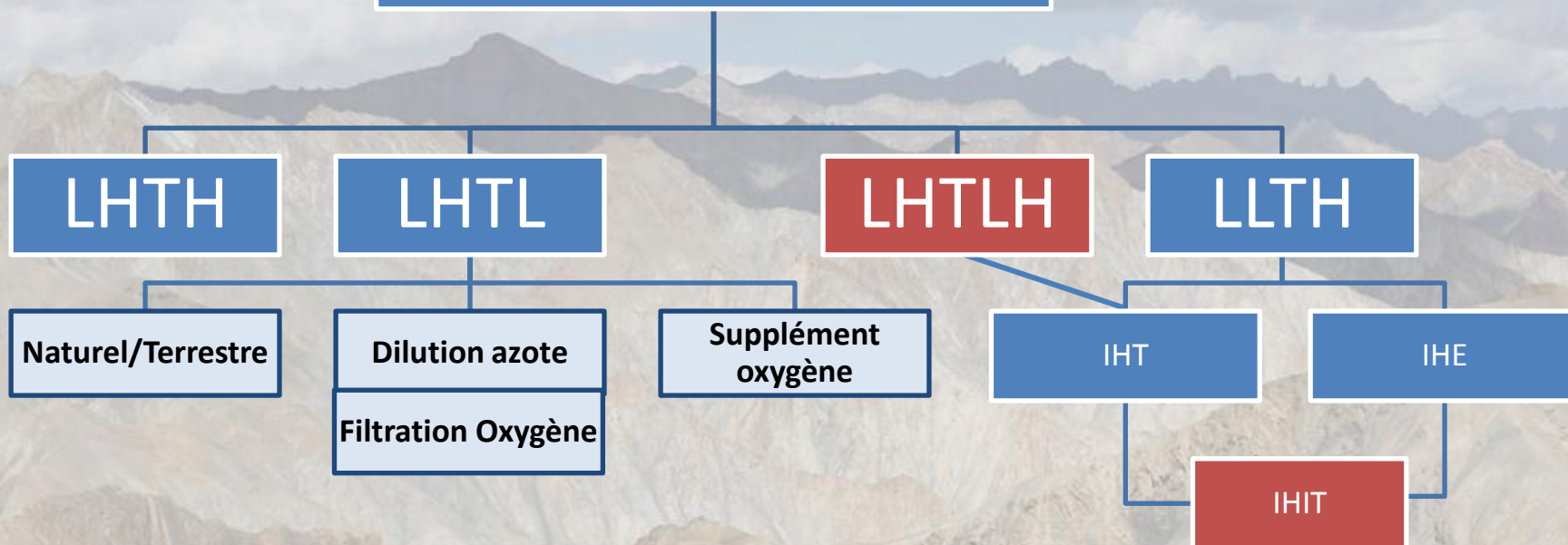
- Faible pression partielle en O₂ dans le muscle
augmentation famille de facteurs génétiques sensibles à l'hypoxie HIF
 - Régulation enzymes du métabolisme énergétique
 - Mitochondries (densité, fonction)
 - Régulation du pH cellulaire
 - Régulation du stress oxydatif

LHTLHi vivre en haut, s'entraîner en bas et en haut de manière interrompue

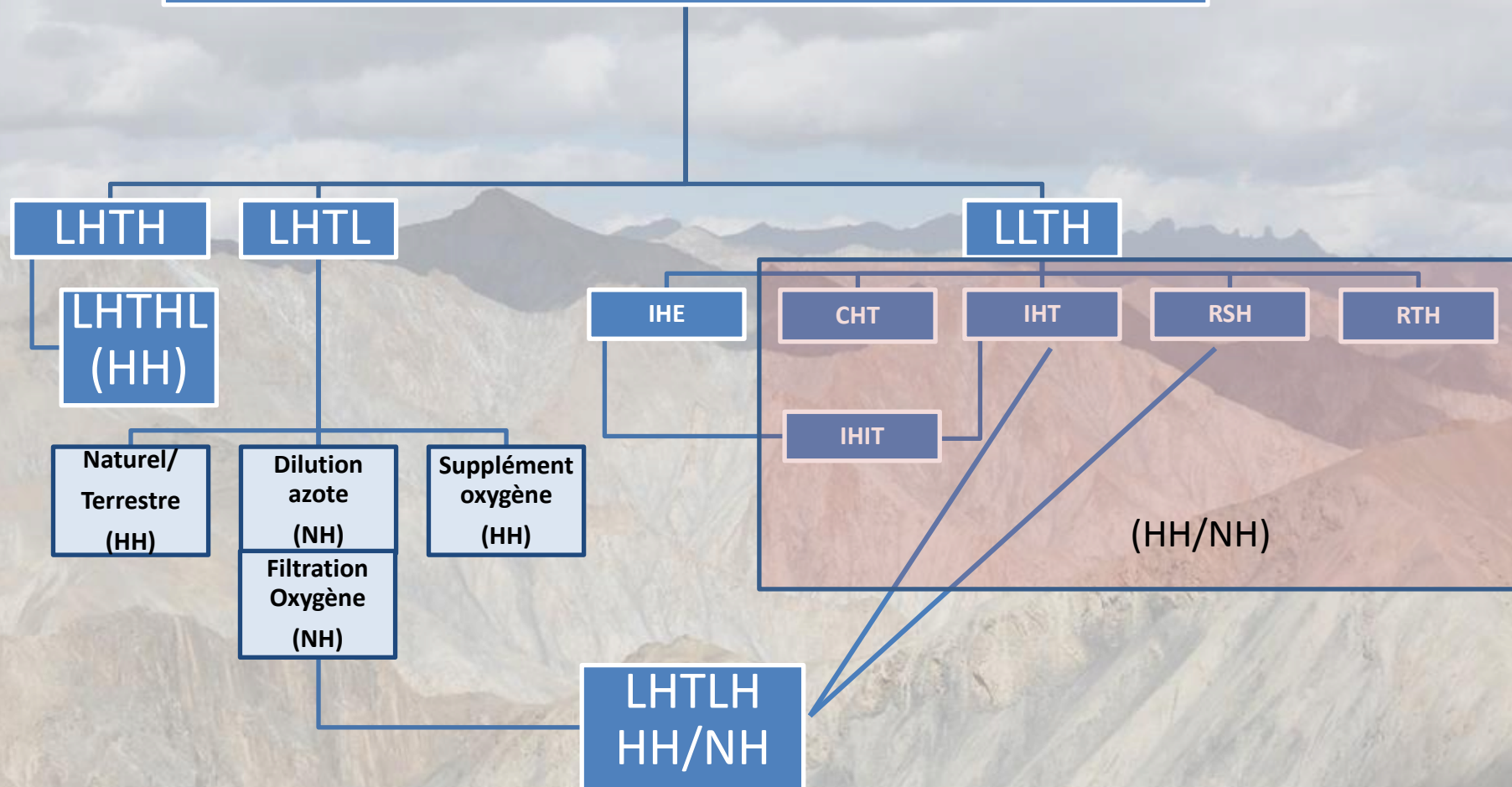
- Rythme 5/2 ou 6/1
- Semblerait efficace pour les sports intermittents



Entraînement en altitude/hypoxie



Entraînement en altitude/hypoxie

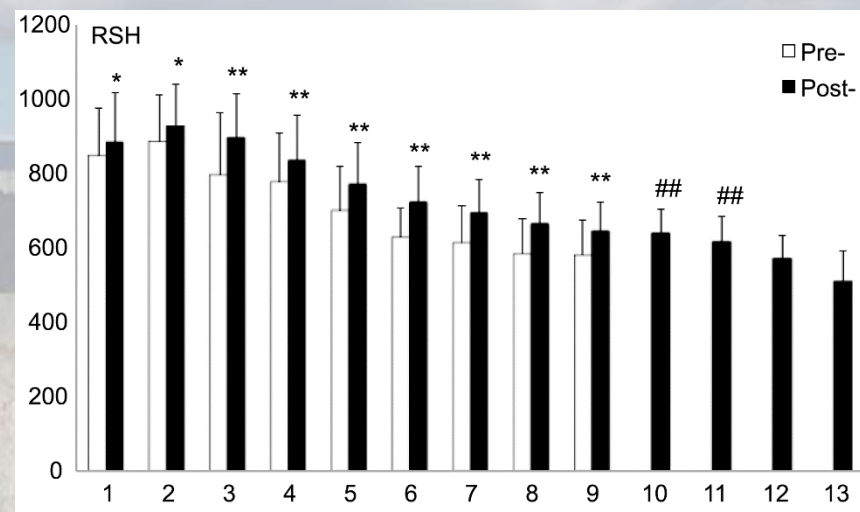
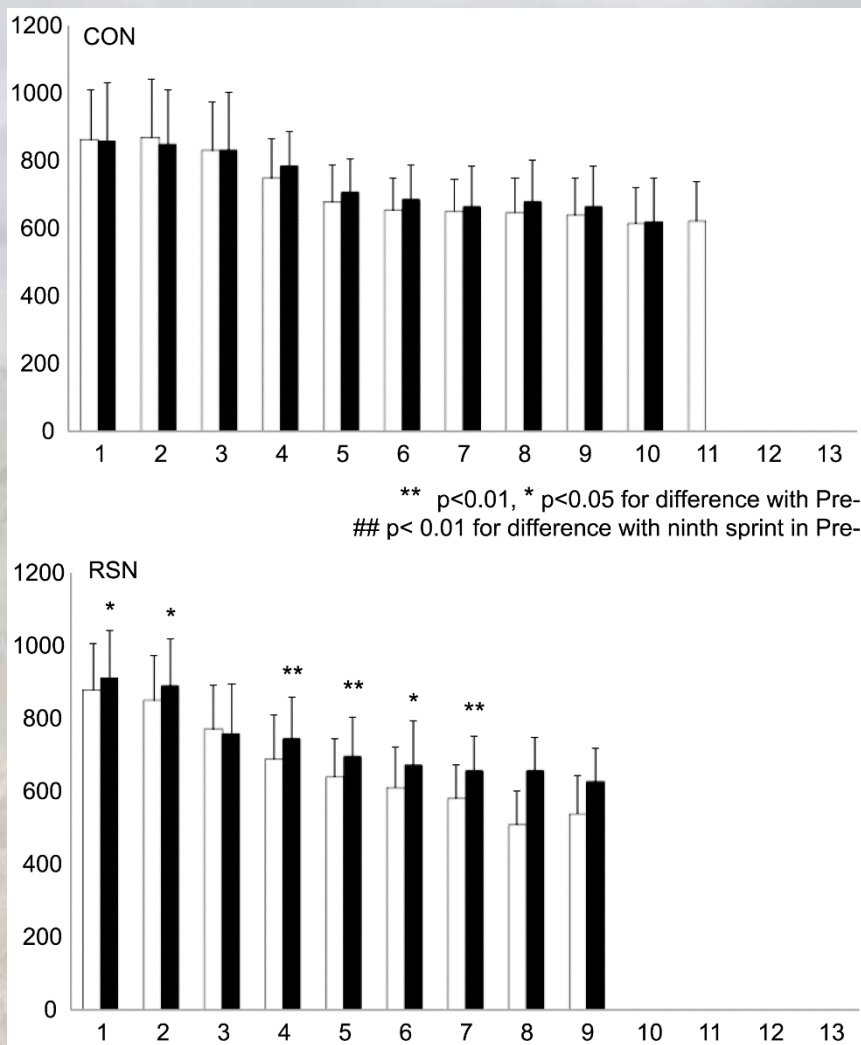


RSH Répétition de Sprints en Hypoxie

- Courte durée $< 30''$, intensité maximale
- Ratio exercice/récupération $< 1:4$



Figure 3. Average power output (W) in successive sprints during the repeated sprint test before (Pre-) and after (Post-) the specific repeated sprint training in hypoxia (RSH), in normoxia (RSN) or in control group (CON).



Faiss R, Léger B, Vesin JM, Fournier PE, Eggel Y, et al. (2013) Significant Molecular and Systemic Adaptations after Repeated Sprint Training in Hypoxia. PLoS ONE 8(2): e56522. doi:10.1371/journal.pone.0056522

Entraînements de sprints répétés
en hypoxie

Adaptations
à l'échelle moléculaire

Perfusion et oxygénation musculaire
améliorées

Performance de sprints
répétés augmentée

Moindre fatigue des ff
musculaires (Wilson et al 1977)

Elimination des déchets
métaboliques favorisée
(Endo et al 2005)

Hypoxie → vasodilatation compensatoire
qui dépend de l'intensité de l'effort (Casey
et al 2012)

FF rapides recrutées
Extraction de l'O₂ améliorée (Cleland
2012, McDonough et al. 2005)

Adapter l'entraînement en altitude

- Acclimatation
- Pas de grosse charge avant le stage en altitude
- Intensité (vitesse, puissance) moindre qu'en plaine
- Délais de récupération entre exercices ou séries + 30%
- Pas de travail lactique la 1^{ère} semaine
- Charge reste diminuée pour LHTH, peut être élevée pour LHTL
- Réponses individuelles

Hypoxie et Éthique

- Absence d'accidents décrits
- Réponses variables selon les individus
- Organisme utilise ses ressources pour s'adapter
- Gains en endurance 1-4 %
- HH vs HN

Adapter l'entraînement en altitude

- Optimiser l'entraînement de l'athlète plus important que les bénéfices physiologiques attendus de l'hypoxie
- Séjours 3-4 semaines utiles dans les sports d'endurance via modifications hématologiques
- Sprints répétés en hypoxie pour les sports intermittents
- S'exposer pour s'acclimater (PDG)

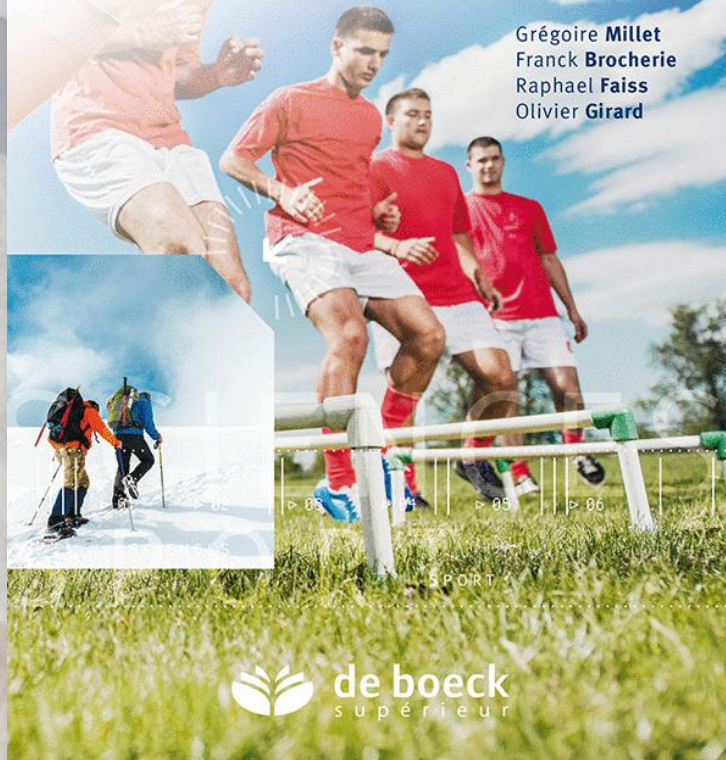




SCIENCES ET PRATIQUES DU SPORT

Entrainement en altitude dans les sports collectifs

Grégoire Millet
Franck Brocherie
Raphael Faiss
Olivier Girard







GRAVÉ DANS MON CŒUR.

[Récits](#) [Lieux](#) [Activités](#) [Savoir-Faire](#) [Services](#)



☀️ 15° / 16°



FR

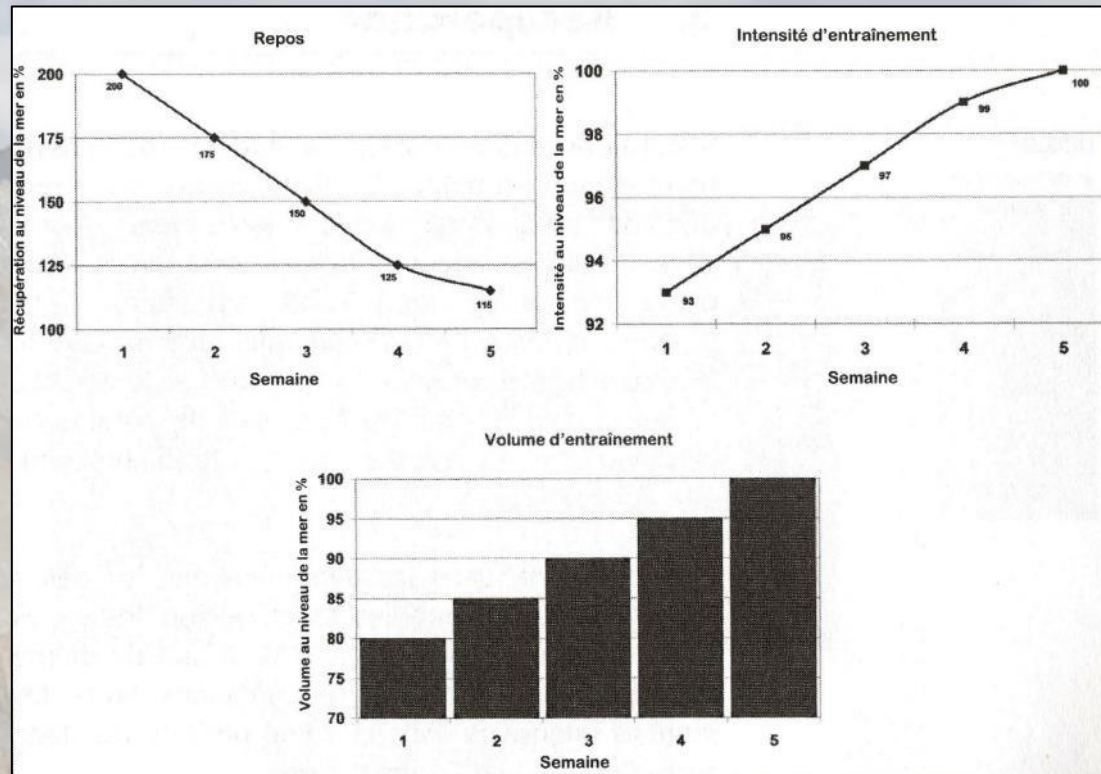


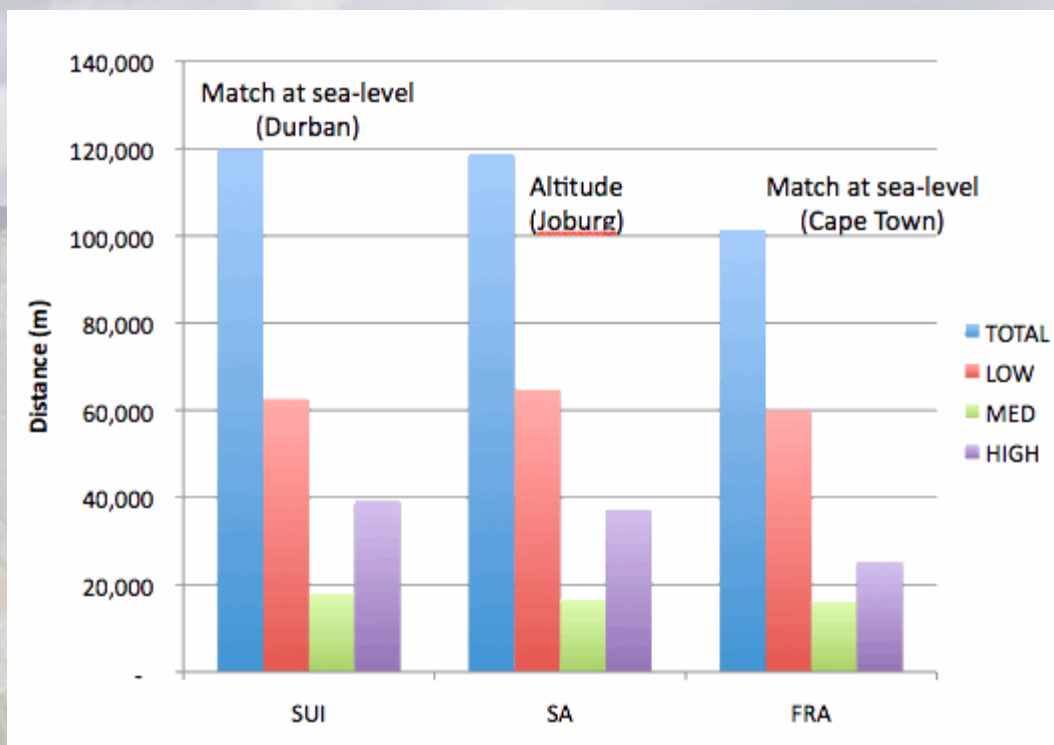
LE VALAIS, LA PLUS BELLE DES SAISONS!

[Découvrir ici](#)



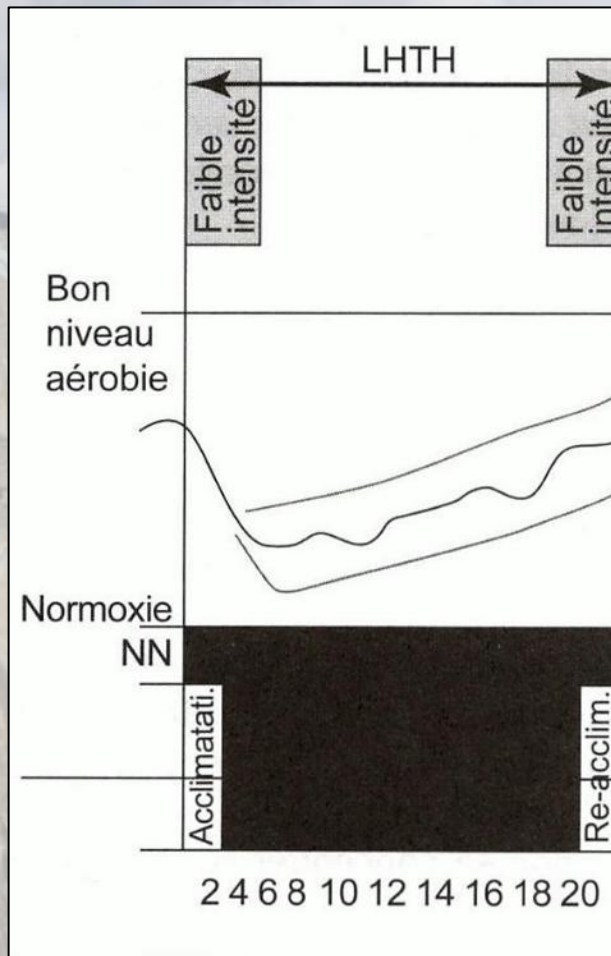
Adapter l'entraînement en altitude







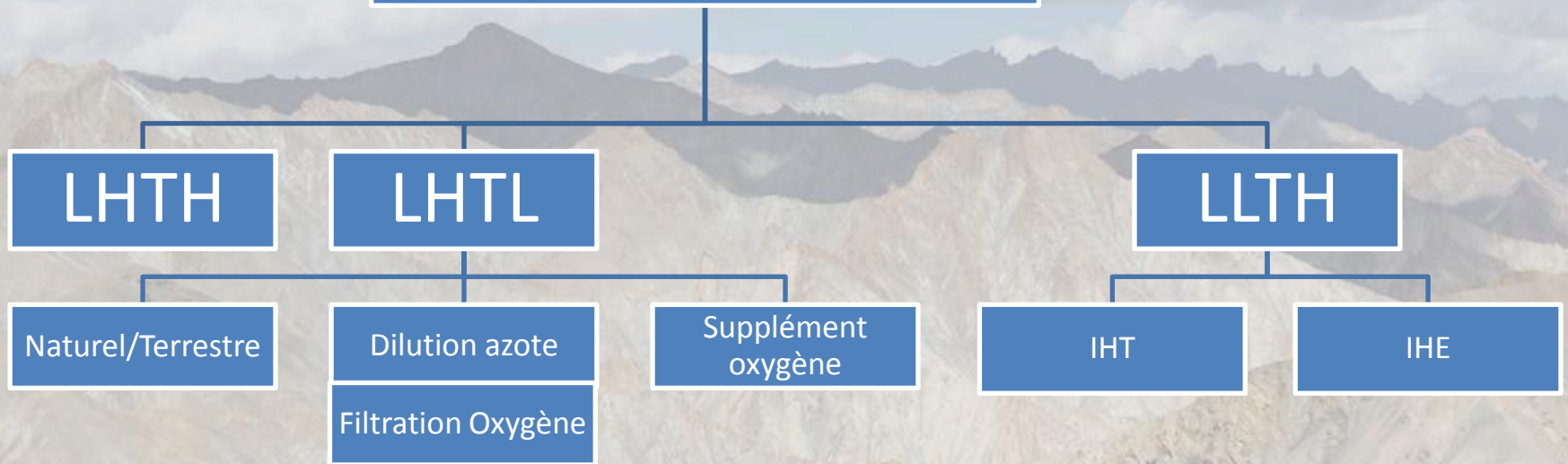
LHTH : Vivre, s'entraîner en haut



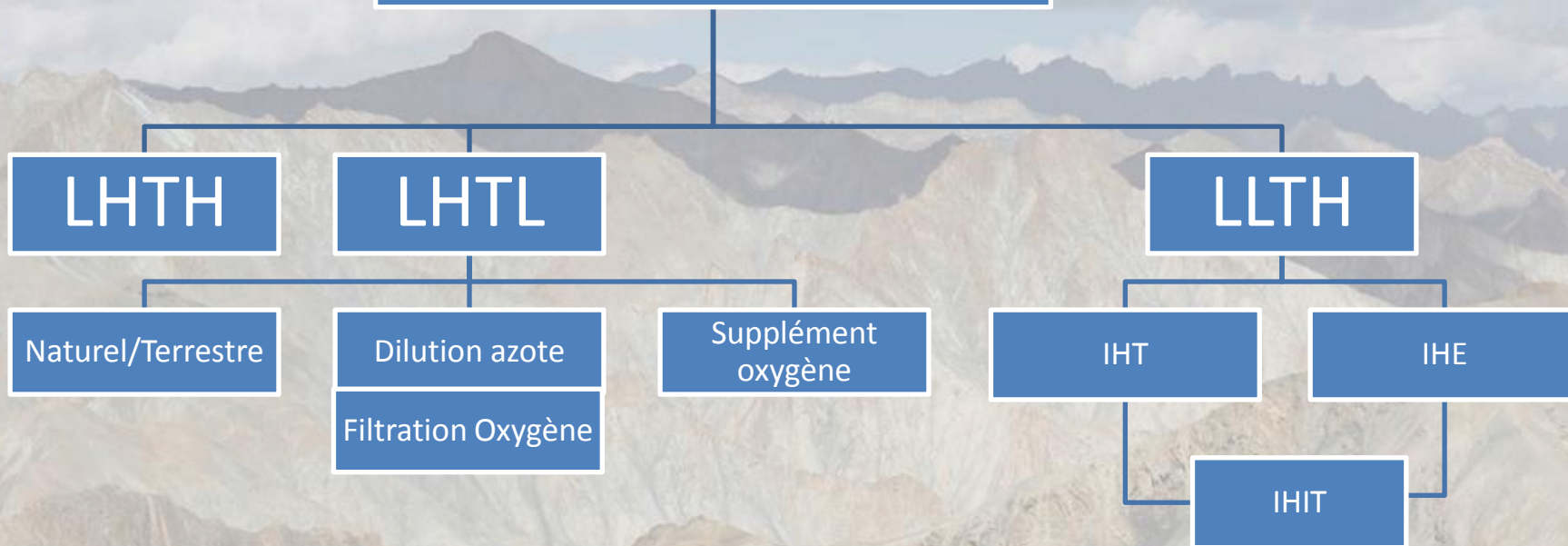
IHT : Entraînement intermittent hypoxique

- IHT athlètes d'endurance, intérêt en phase précompétitive 2 séances semaine 2^{ème} seuil ventilatoire 30-45 minutes séries de 6-20 minute à compléter par exposition passive
- Améliorations des performances passe par amélioration du rendement métabolique au niveau mitochondrial et par une meilleure régulation du pH et du métabolisme du lactate

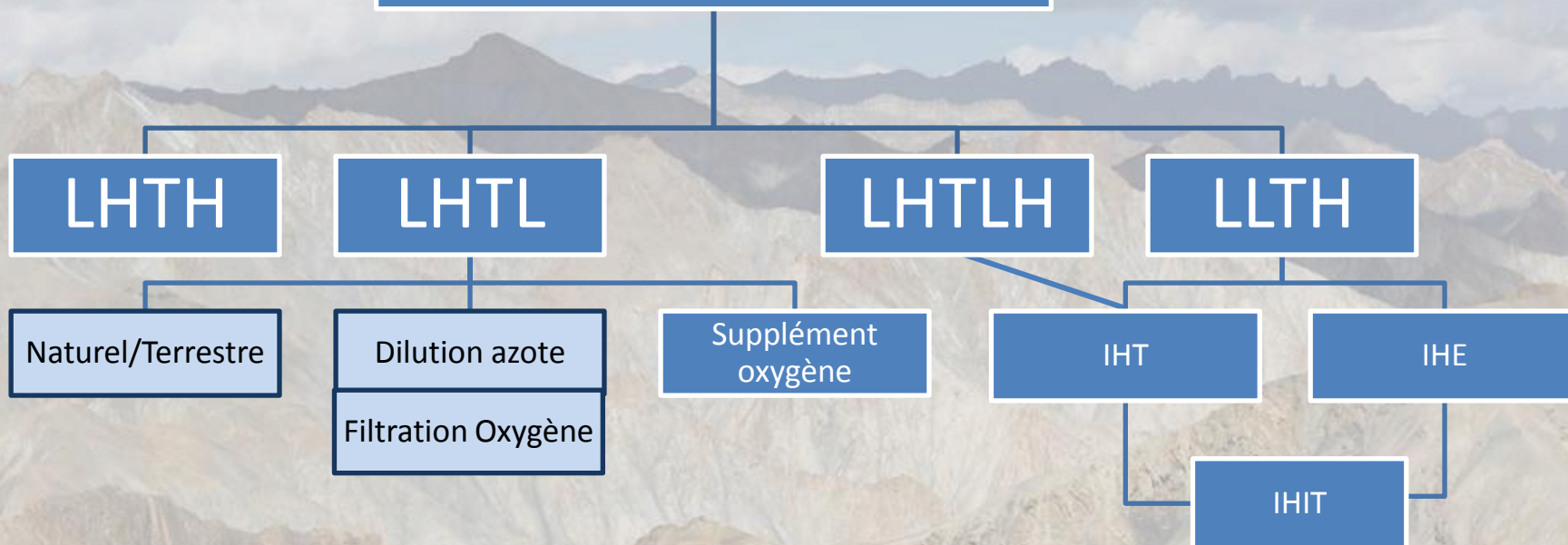
Entraînement en altitude/hypoxie



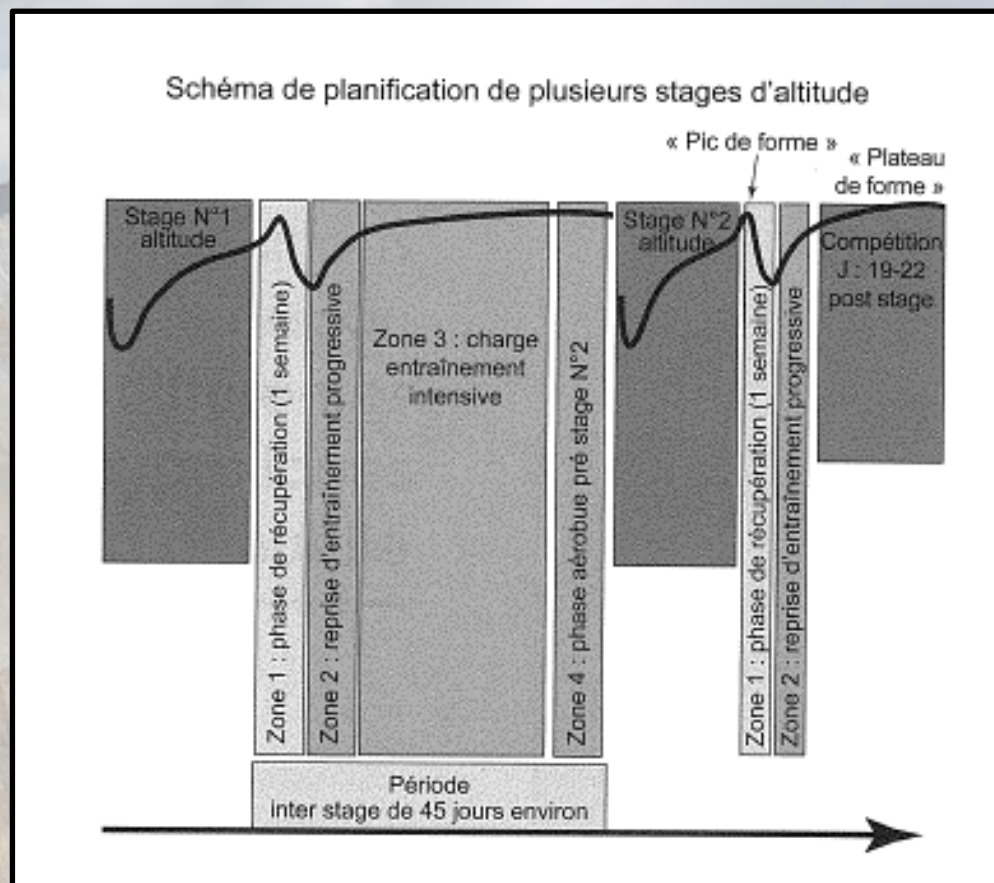
Entraînement en altitude/hypoxie



Entraînement en altitude/hypoxie

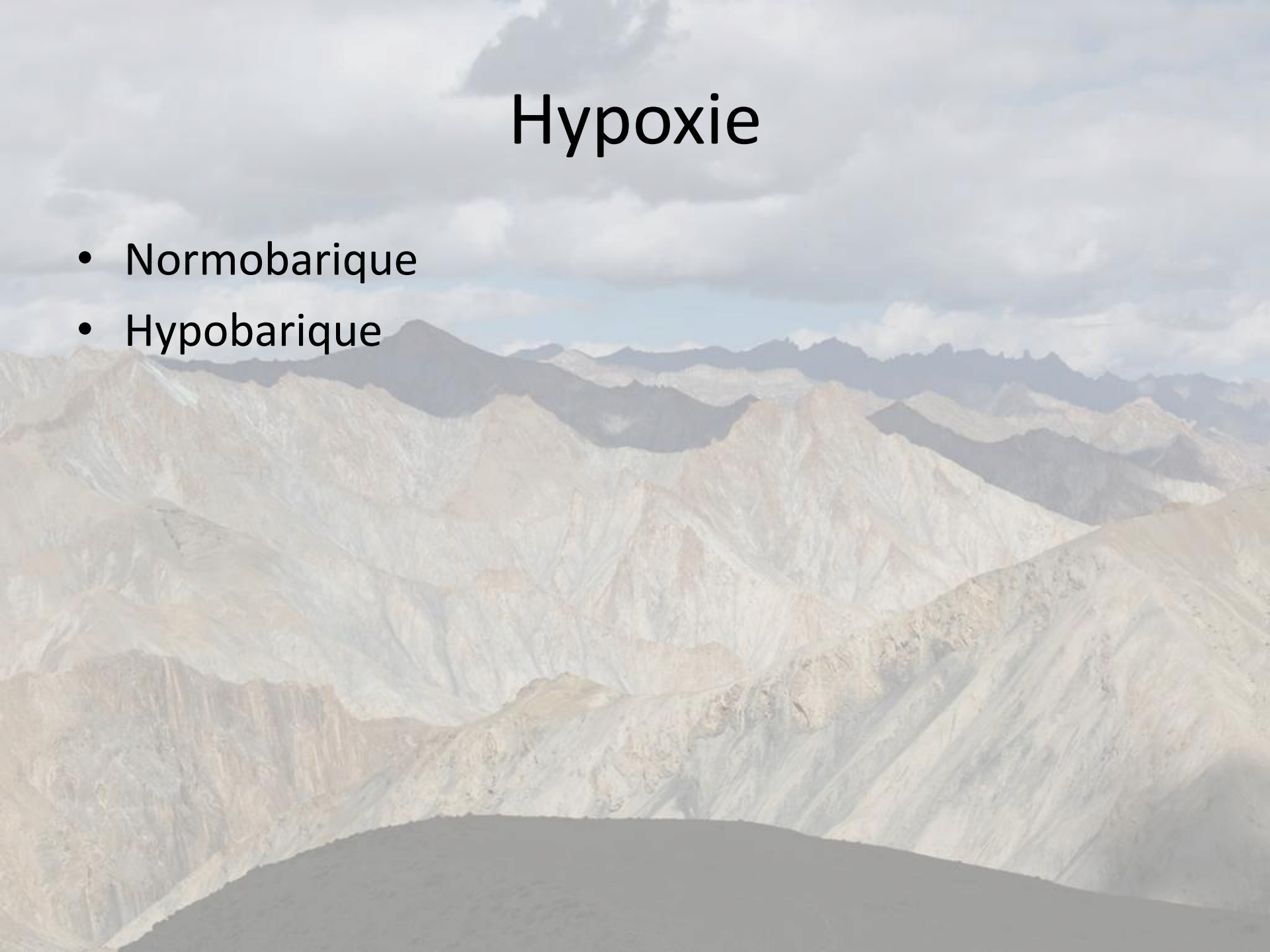


Entraînement en altitude



Hypoxie

- Normobarique
- Hypobarique



Hypoxie et Entraînement

- En fonction du type de sport programme d'entraînement en altitude différents
- Réponses variables selon les individus
- Planification de la saison
- Organisme utilise ses ressources pour s'adapter