

**DIPLÔME INTER-UNIVERSITAIRE DE MEDECINE  
D'URGENCE DE MONTAGNE  
Année 2005-2006**



**La conquête des hautes altitudes: un défi pour les hommes et la science  
Histoire de la physiologie en haute altitude jusqu'à l'ascension de l'Everest sans oxygène**

**Dr Serge LACROIX**

# Plan

- **Les premiers témoignages des effets de la haute altitude**
- **Les avancées scientifiques**
- **Des scientifiques en haute altitude**
- **La conquête de l'Everest**



# Premiers témoignages des effets de la haute altitude

- **37-32 avant JC: Too Kin**, officier de la dynastie Han  
« Après nous atteignîment les montagnes Grand et Petit mal de tête. Les hommes avaient des maux de tête et commençaient à vomir. »
- **403: Fa hsien**, moine chinois décrit probablement le 1er cas d'OPHA
- **1572: Jose De Acosta**, jésuite, relate le franchissement d'un col d'altitude  
« Et malgré ma préparation, quand je gravis les escaliers de Pariacaca....je vomis tant et si bien que je pensais m'évanouir »

Mais les origines de ces maux restent sujettes à controverses :

- ✓ Légèreté de l'air
- ✓ Fatigue, froid
- ✓ Emanations de plantes ou de minéraux toxiques
- ✓ Inhalation d'antimoine



# Les avancées scientifiques

## 1. Invention du baromètre et mise en évidence de la pression atmosphérique

**1641: Berti** : montée de l'eau dans une colonne vide

**1643 : Torriceli** remplace eau par du mercure : mise en évidence de la pression atmosphérique

**1648 : Pascal** : La pression atmosphérique diminue avec l'altitude



## 2. Découverte de l'oxygène en 1774 par Priestley

## 3. Invention de la montgolfière en 1783

Les pionniers découvrent les problèmes inhérents aux hautes altitudes

- **Glaisher et Coxwell** atteignent 8900m en 1862
- Ballon **Zenith** en 1875 : décès de 2 aérostiers vers 8600 m



## 4. Etudes en caisson hypobare:

**1647: Pompe à vide Otto Van Guericke**

**1677: 1er caisson hypobare R Hooke**

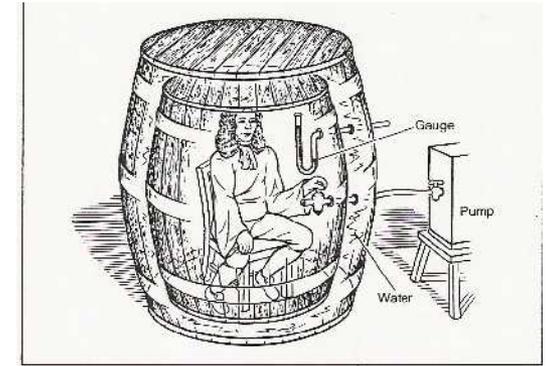


Figure 2. Robert Hooke in his "air vessel," drawn from his description about 1670.

**1878: Travaux fondamentaux de Paul Bert**

Publication en de « *La pression barométrique: recherches de physiologie expérimentale* »

- ✓ Le décès d'animaux exposés à des pressions décroissantes dépend du seuil léthal de pression partielle en oxygène
- ✓ Confirmation de l'hypoxémie artérielle chez des chiens soumis à de basses pressions
- ✓ Confirmation de sa théorie chez l'homme; les symptômes ressentis régressent lors del'inhalation d'oxygène

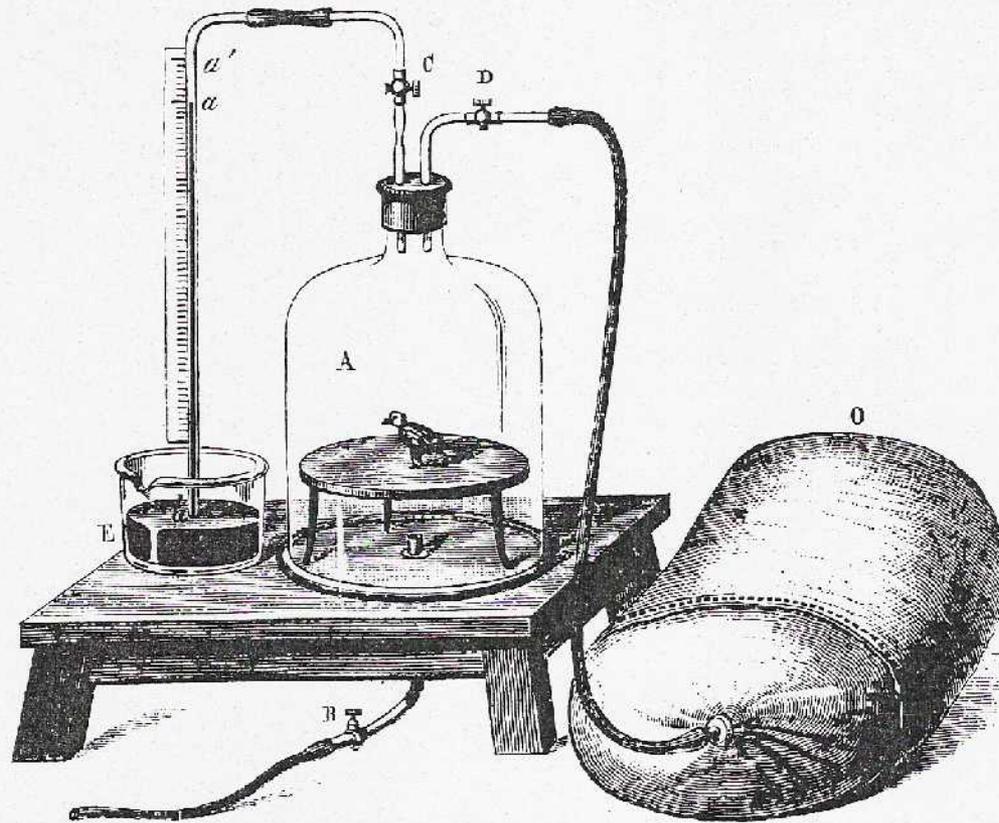


Fig. 6. Bert's apparatus for testing birds at decreasing barometric pressures and increasing oxygen concentrations. The bell jar (A) was progressively evacuated by a vacuum pump through stopcock (B). When the bird fell over, the pressure relative to atmospheric was read from the mercury manometer and converted to barometric pressure. The bird was then revived by pure oxygen admitted through stopcock (D) from the bag (O), and the cycle was repeated. (Bert, 1878, fig. 55)

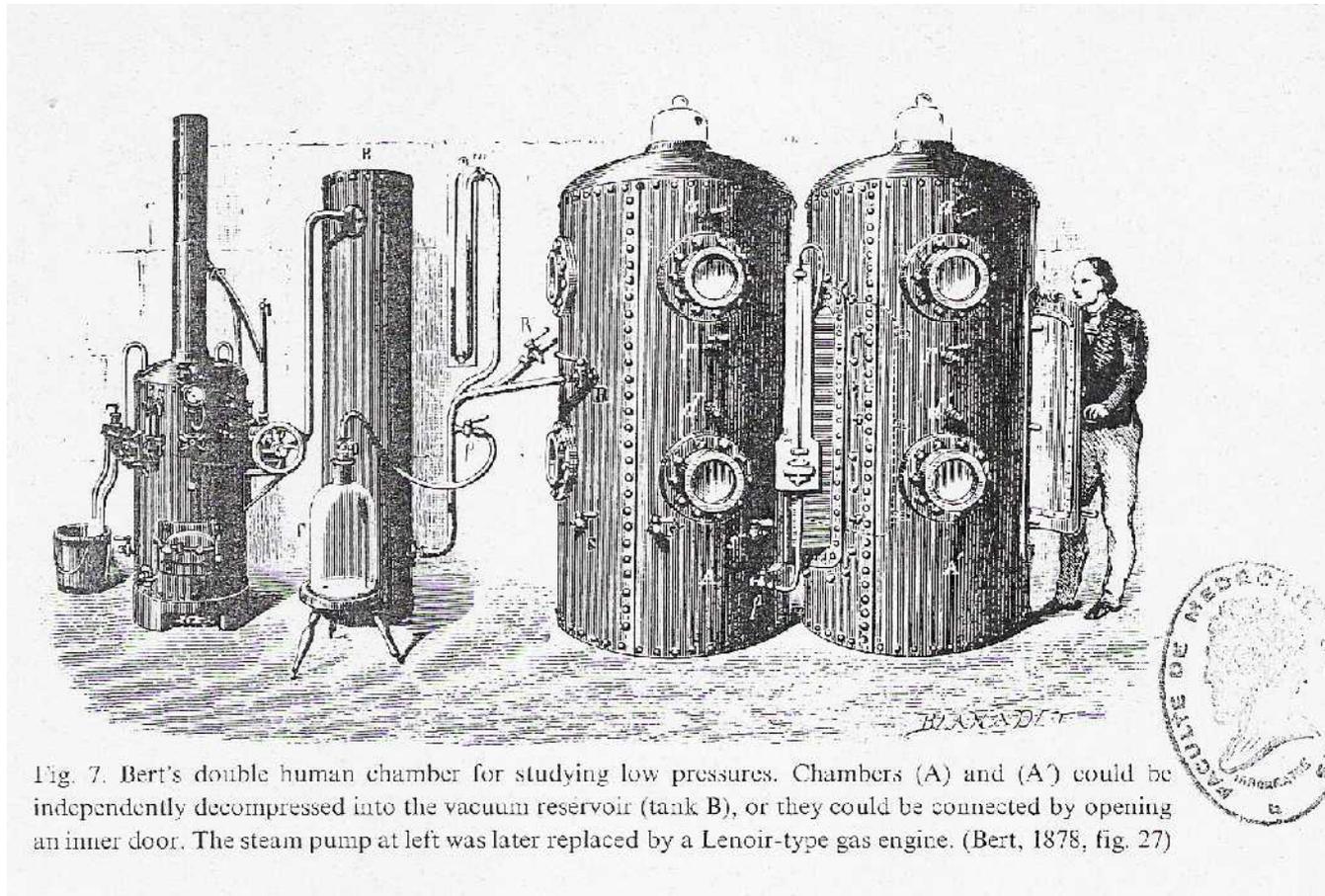


Fig. 7. Bert's double human chamber for studying low pressures. Chambers (A) and (A') could be independently decompressed into the vacuum reservoir (tank B), or they could be connected by opening an inner door. The steam pump at left was later replaced by a Lenoir-type gas engine. (Bert, 1878, fig. 27)

# Des scientifiques en haute altitude

## 1. Premières ascensions, premières constations cliniques et mesures :

1786 : 1ère ascension du Mont Blanc par le **Dr M.Paccard et Balmat**

1787: **Pr De Saussure** débute des observations scientifiques dans le massif du Mont Blanc

1802 : **Humboldt** décrit symptômes du mal des montagnes lors d'une ascension dans les Andes

1879: 1ère ascension du Chimborazo (6310m) par **Whymper**

Spéculations sur l'origine du mal des montagnes : théories physiologiques, mécaniques...

## 2. Physiologistes sur le terrain:

### 2.1. Epopée des laboratoires d'altitude

## 1888: Construction du laboratoire Vallot



## 1894: Capanna Margherita sous l'impulsion d'A Mosso

Théorie de l'acarpnie de Mosso: mal des montagnes lié à la diminution de la PCO<sub>2</sub>

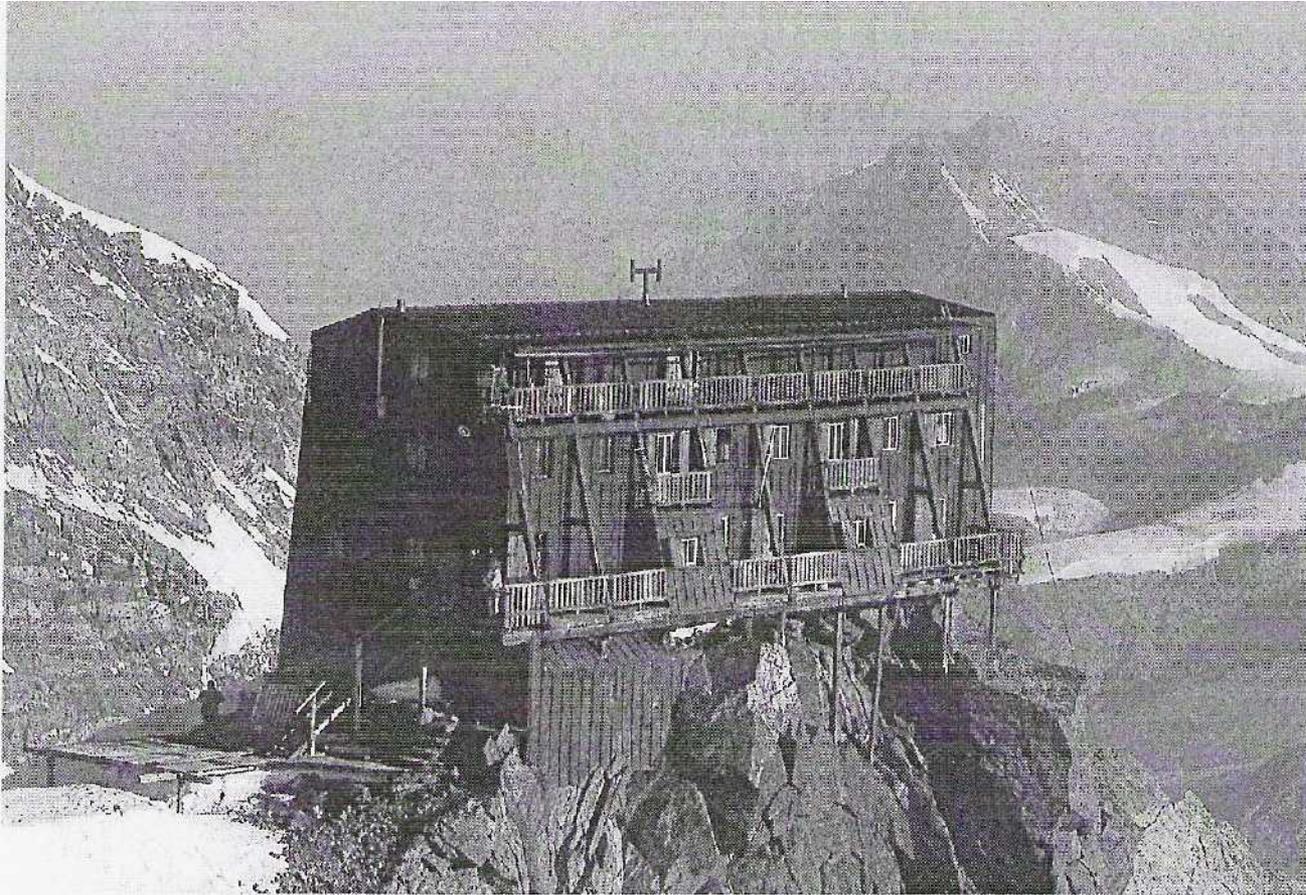


FIG. 3. The new Capanna Regina Margherita.

**N Zuntz** participe à la campagne de 1895

### **Contribution importante à la physiologie de l'altitude**

- ✓ Mesures ventilatoires,
- ✓ Description des symptômes du mal des montagnes
- ✓ Confirmation du rôle de l'hypoxie
- ✓ Stimulation de l'erythropoïèse lors de l'acclimatation



Fig. 3. Adolf Loewy (1862–1936) wearing the transportable Gasuhr (transportable gas measuring device) invented by Zuntz for field studies and an anemometer to measure air velocity at the top of his head.

# Janssen et son laboratoire du sommet du Mont Blanc, peu à peu enseveli par la neige



B



FIG. 4. Jules Janssen ascending Mont Blanc on his *chaise-échelle* (chair-ladder). Janssen said he was able to make efficient observations on the top of Mont Blanc because he was not exhausted by the physical exercise of climbing. Other observers say that he suffered from acute mountain sickness as much as those who climbed on foot.

**En 1909, le Duc des Abruzzes atteint 7500 sans oxygène lors d'une tentative d'ascension du K2 dans le Karakoram**

**Douglass et Haldane concluent à la probable sécrétion active d'oxygène**

## **2.2. Les premières expéditions en haute altitude:**

- ✓ 1910: **Alta Vista Hut** aux Canaries (3500m);  
Infirment la théorie de la sécrétion active (Barcroft non adapté avec PCO<sub>2</sub> normale)
- ✓ 1911: **Peak Pikes** au Pérou (4300m)
- ✓ 1921-22: **Cerro de Pasco** au Pérou

## **2.3. Etude des populations autochtones:**

- ✓ **Jourdanet** : **Théorie de l'anoxémie barométrique**: dégénérescence et maladies développées par les populations vivant en altitude (1861)
- ✓ **Vergara et Monge** réhabilitent les autochtones : les êtres humains sont soumis aux mêmes lois de la nature
- ✓ **Ravenhill** décrit la puna de type commun, de type cardiaque et de type nerveux chez mineurs de Collahuasi (1913)

## 2.4. Utilisation de l'oxygène en haute altitude



FIG. 2. Hamel's expedition to Mont Blanc ended in an avalanche and became known as "L'affaire Hamel" (lithography by C. Charton).

**Hammel** suggère son utilisation en 1820

**Bert** confirme son intérêt en 1878



FIG. 1. Alexander M. Kellas. From Obituary. (1921a). *Alpine J.* 34:145-147.

**Kellas** fait les premiers essais sur le terrain en 1920

# La conquête de l'Everest

## 1. Les premières tentatives d'ascension par le versant Nord

1921 (Howard-Bury) : Echec à 7000m

1922 (Bruce) : **Finch** utilise de l'oxygène: résultats convaincants

1924 (Bruce puis Norton):

- **E. Norton atteint 8570 m sans oxygène**
- **Mallory et Irvine** disparaissent après avoir atteint le sommet ?

1933-1938: 4 nouvelles tentatives infructueuses



1950 : Ouverture des frontières du Népal

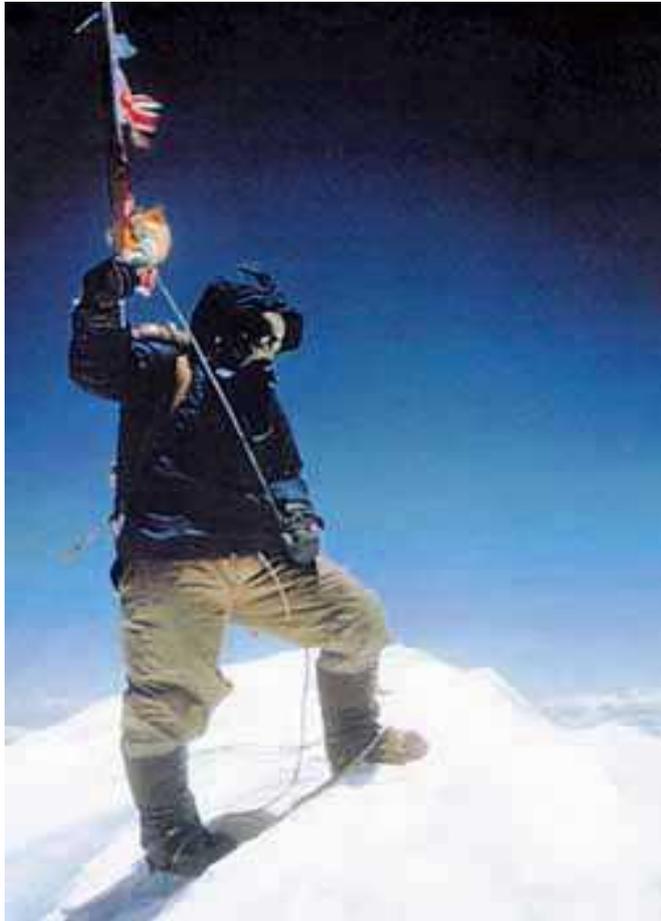
Echec des Suisses sur le versant Sud en 1952 à 8595m  
(Les britanniques ont cédés leur tour)

## **2. Les apports de G. Pugh, physiologiste britannique:**

Préparation des britanniques sur les pentes du Cho Oyu

- Former et identifier les membres de l'expédition à venir
- Compléter les expérimentations scientifiques:
  - Acclimatation
  - Hydratation
  - Protection thermique
- Tester les appareils à oxygène: débits revus à la hausse

**29 mai 1953 11.30 AM : le sommet**



## 4. Le sommet sans oxygène ?

### **1920 : Mallory**

« L' alpiniste doit faire tout ce qu'il peut pour compter uniquement sur ses qualités naturelles »

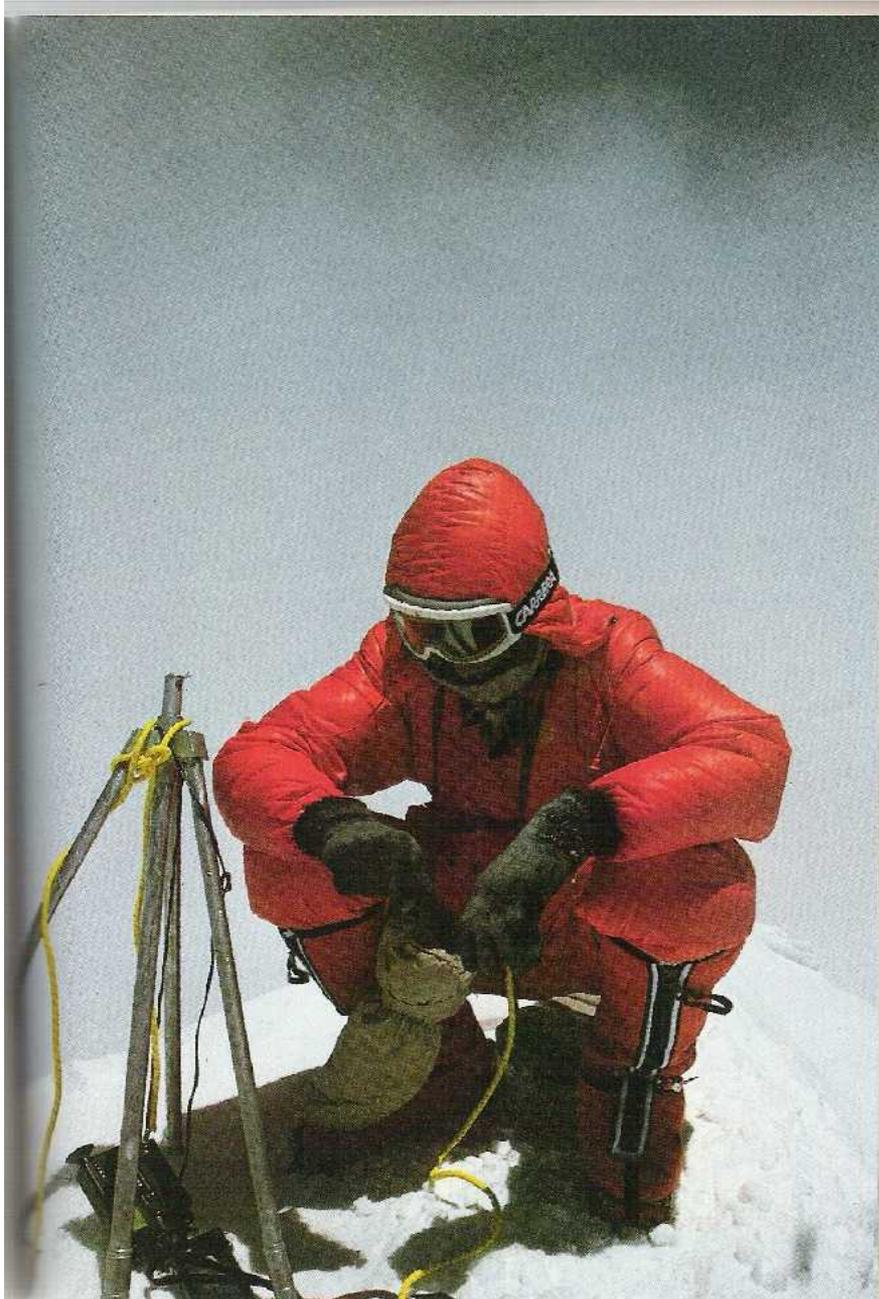
### **1960-61: Expédition Silver Hut**

- **VO<sub>2</sub> max au col Sud du Makalu (7440m)**
- Mesures des pressions atmosphériques supérieures aux prédictions de l'ONAC

**1975:** 9 alpiniste chinois stationnent au sommet pendant 70 minutes sans oxygène



FIG. 2. Griffith Pugh taking alveolar gas samples at Base Camp, Mount Everest, 1953. The subject is the leader of the Expedition, John Hunt. *Courtesy of Royal Geographical Society.*



**Reinold Messner au  
sommet de l'Everest sans  
oxygène le 8 mai 1978**

# Epilogue

En **1981**, un équipe de scientifiques dirigée par **J B WEST** réussit l'exploit de réaliser des échantillons de gaz alvéolaire et de relever la pression atmosphérique au sommet du l'Everest

**8848 m d'altitude**

**Pression atmosphérique: 253 mmHg**

**PO<sub>2</sub> mesurée : 28 mmHg pour une SO<sub>2</sub> de 70%**

**PCO<sub>2</sub> : 7 mmHg**

**PH estimée > 7.7 mmHg**