

## Projet

### Enfant – Santé – Altitude

### 2023 - 2025

Le programme de recherche Expedition 5300 a été initié en 2018 par le laboratoire Hypoxie Physiopathologie (HP2) INSERM de l'Université Grenoble Alpes sous la direction du Dr. Samuel Vergès.

Expedition 5300 est le premier programme scientifique et médical dans la plus haute ville du monde à La Rinconada (5100-5300 m). Ce programme a pour objectif d'étudier les adaptations et intolérances à l'hypoxie d'altitude d'habitants de haute altitude au Pérou.

Expedition 5300 regroupe des chercheurs et soignants de France et étrangers dans le cadre de missions au Pérou de recherche scientifique et soutien médical auprès de populations de haute altitude.

Expedition 5300 vise à améliorer la connaissance relative aux effets de l'hypoxie sur la santé humaine, avec des applications pour le suivi de la santé des habitants d'altitude ainsi que pour les résidents de plaine se rendant en altitude ou souffrant de maladies à composante hypoxique (par exemple respiratoires).





Depuis 2018, Expedition 5300 a réalisé plusieurs missions au Pérou et dans la ville de La Rinconada, auprès de ses 50 000 habitants vivant entre 5100 et 5300 m.

Ces travaux conduits en collaboration avec les institutions péruviennes et plusieurs universités internationales, ont conduit à des résultats majeurs relatifs à la compréhension des réponses physiopathologiques à l'hypoxie chronique ayant donné lieu à de nombreuses publications scientifiques internationales.

L'aventure scientifique et humaine Expedition 5300 est également largement partagée et valorisée dans les médias et réseaux sociaux auprès du grand public.





# Santé des enfants natifs de haute altitude

Après avoir étudié pendant 5 années la santé des habitants adultes de haute altitude au Pérou dans la ville la plus haute du monde, Expedition 5300 initie en 2023 un nouvel axe de recherche sur la santé des enfants d'altitude.

Les contraintes de l'environnement d'altitude, l'hypoxie en particulier, sont susceptibles d'avoir des effets spécifiques sur le développement et la santé des enfants natifs et résidents de haute altitude.

En collaboration avec les institutions péruviennes et l'ambassade de France au Pérou, Expedition 5300 va réaliser une série de missions au Pérou à partir d'octobre 2023 visant à évaluer sur le plan hématologique, cardiorespiratoire et cognitif des enfants de différentes altitudes au Pérou. Une attention particulière sera portée au risque d'anémie et de déficience en fer ainsi qu'aux signes de mal chronique des montagnes.



## Objectifs principaux :

Etablir le risque d'anémie, le statut martial et le métabolisme du fer chez l'enfant selon l'altitude de résidence, mettre en relation son développement et statut cardiovasculaire et neurocognitif.

**Objectif spécifique 1.** Etablir le risque, les conséquences et les marqueurs de l'anémie et de la déficience en fer chez l'enfant d'altitude.

**Objectif spécifique 2.** Etudier le développement de la masse d'hémoglobine et des volumes sanguins, de la viscosité sanguine et du système cardiovasculaire chez l'enfant d'altitude.





# Santé des enfants natifs de haute altitude

**Organisation:** Projet mené par l'Université Grenoble Alpes, la Fondation Université Grenoble Alpes, coordonné par Samuel Vergès, en collaboration au Pérou avec l'Universidad Cayetano Heredia et l'Universidad Nacional del Altiplano.

**Financement:** FSPI (Ambassade de France au Pérou), mécénat Chaire Montagne-Altitude-Santé de la Fondation Université Grenoble Alpes

## Agenda:

- *Mission préparatoire:* Mai 2023 Lima-Puno-La Rinconada
- *Mission 1:* Octobre 2023 Cusco-Juliaca-La Rinconada
- *Mission 2:* Mai 2024 Lima
- *Mission 3:* Octobre 2024 Cusco-Juliaca-La Rinconada





# Santé des enfants natifs de haute altitude

## EXPEDITION 5300

MISSION OCTOBRE 2023

SAMEDI 30 SEPTEMBRE

SAMEDI 21 OCTOBRE

### ✈️ JULIACA - LYON

Départ le samedi 21 octobre  
septembre

Départ Juliaca : 13h15

Départ Lima : 20h20

Arrivée Lyon le 22 octobre  
18h05



### EVALUATIONS SCIENTIFIQUES

16 octobre au 20 octobre  
LA RINCONADA



### EVALUATIONS SCIENTIFIQUES

09 octobre au 14 octobre  
PUNO



### EVALUATIONS SCIENTIFIQUES

02 octobre au 7 octobre  
CUSCO

### ✈️ LYON - LIMA

Départ le samedi 30  
septembre

Lyon - 18h40

Escale Madrid 20h30 - 01h45

Arrivée Lima 01 octobre  
06h30



### RINCO - JULIACA

Trajet en bus le 20 octobre  
soir.

Nuit à Juliaca.

Temps trajet : environ 4h00



### PUNO - RINCONADA

Trajet en bus le 15 octobre  
matin.

Temps trajet :  
environ 5h00



### CUSCO - PUNO

Trajet en bus le 07  
octobre après-midi ou le  
08 octobre matin.

Temps trajet :  
environ 7h30



### LIMA - CUSCO

Départ le 01 octobre  
9h45 - 11h20



# EXPEDITION 5300 – Publications (avril 2024)

1. Blood viscosity and its determinants in the highest city in the world. Stauffer et al. *J Physiol*. 2020 Sep;598(18):4121-4130
2. Reevaluation of excessive erythrocytosis in diagnosing chronic mountain sickness in men from the world's highest city. Oberholzer et al. *Blood*. 2020 136(16):1884-1888
3. Excessive Erythrocytosis and Chronic Mountain Sickness in Dwellers of the Highest City in the World. Hanco et al. *Front Physiol*. 2020 11:773
4. Hemostasis in highlanders with excessive erythrocytosis at 5100 m: Preliminary data from the highest city of the world. Hanco et al. *Respir Physiol Neurobiol*. 2020 Nov;282:103535
5. High-Altitude Environment and COVID-19: SARS-CoV-2 Seropositivity in the Highest City in the World. Champigneulle et al. *High Alt Med Biol*. 2021
6. Excessive Erythrocytosis and Chronic Mountain Sickness in the Highest City in the World: A Longitudinal Study. Champigneulle et al. *Chest*. 2022 161(5):1338-1342
7. Evidence of Limonene in Breath Samples in Men from the World's Highest City. Sarbach et al. *Medical Research Arch*, 2022 v10, n5
8. Nocturnal Hypoxemia, Blood Pressure, Vascular Status and Chronic Mountain Sickness in the Highest City in the World, Perger et al., *Annals of Medicine*, 2022 54(1):1884-1893
9. The human blood transcriptome exhibits time-of-day-dependent response to hypoxia: Lessons from the highest city in the world. Manella et al. *Cell Report*, 2022 40(7):111213
10. Cardiac remodeling in the highest city of the world: Effects of altitude and chronic mountain sickness. Doutreleau et al. *European Journal of Preventive Cardiology*, 2022 29(17):2154-2162
11. Excessive erythrocytosis is not associated with altered iron homeostasis in men from the world's highest city, Cairo et al., *Hemasphere*, 2023 7(3):e849
12. Early effects of acetazolamide on total hemoglobin mass and plasma volume in chronic mountain sickness patients, Champigneulle et al., *Pulmunology*, 2023 S2531-0437(23)00095-8
13. Neocytolysis after return from high altitude (5100 m): Further evidence for absentia, Kaestner et al., *Acta Physiol*, 2023, 238(3):e14002



# EXPEDITION 5300 – Publications (avril 2024)

14. Expedition 5300: limits of human adaptations in the highest city in the world, Champigneulle et al. *J Physiol*. 2023
15. Genetic polymorphisms and expression of Rhesus blood group RHCE are associated with 2,3-bisphosphoglycerate in humans at high altitude, D'Alessandro et al. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2024,121(1):e2315930120
16. Are coagulation profiles in Andean highlanders with excessive erythrocytosis favouring hypercoagulability? Champigneulle et al., *Exp Physiol*, 2024
17. Making a virtue out of an evil: Are red blood cells from chronic mountain sickness patients eligible for transfusions? Stauffer et al. *Am J Hematology*, 2024
18. Cerebral homeostasis and orthostatic responses in residents of the highest city in the world, Furian et al., *Sci Reports*, *in revision*
19. Micro- and macrovascular function in the highest city in the world, Savina et al., *Lancet Reg Health*, *in revision*
20. Effect of chronic hypoxia at high altitude on retinal vascular phenotype and vasoreactivity of the choroid and the retina in Peruvian highlanders. Pailliser et al., to be submitted
21. Changes in retinal vasculature phenotype and choroidal blood flow at high altitude in healthy lowlanders. De Abreu et al., to be submitted