

Ordre du jour Réunion 7 mai 2025

Le point sur la gestion et l'analyse des données



Objectifs projet Enfant Expedition 5300

Diagnostic et causes de l'anémie chez l'enfant en fonction de l'altitude:

- Place de l'[Hb] dans le diagnostic de l'anémie en altitude ?
- Quels facteurs diagnostics de l'anémie en altitude ?
- Quels mécanismes sous-jacents à l'anémie ?

Développement en altitude et adaptations à l'hypoxie chronique chez l'enfant :

- Impacts hématologiques
- Impacts cardiovasculaires
- Impacts psychocognitifs

Signes précoces d'intolérance à l'altitude chez l'enfant :

- Polyglobulie
- Hyperviscosité sanguine
- Remodelage cardiaque

Facteurs modulant la santé de l'enfant en altitude:

- Caractéristiques des parents (biologiques, sociaux)
- Nutrition
- Expositions environnementales (altitude, pollution...)

Travaux en cours et perspectives

- Recueil des données terminé (3 missions)
- Traitement des données recueillies
- Saisie des données sur Template avec dictionnaire des variables
- Gestion base de données: monitoring des données, fusion des données
- Analyses des données
- Premières présentations des résultats (Lake Louise, mémoires étudiants...)
- Objectif rendu des résultats finaux: été 2025
- Publications

Saisies, traitements et analyses de données en cours

- Données cliniques et psychocognitives : Thana, Ilona, Alexa, Laurent, Jaume (M2)
- Données enquête alimentaire : Carlos, Abdallah, Jaume (M2)
- Données Hbmass : Aurélien, Paul
- Données viscosité & NFS : Marie, Marie, Emeric, Elie, Philippe
- Données échocardiographie : Anthony (M2), Stéphane
- Données cérébrovasculaires : Julien, Elsa (M1), Vincent (M1)
- Données sommeil : Eglantine, Sébastien, Julien, Lou (thèse médecine)
- Biologie : Benoit, Paul + CHUGA, collaborations Italie
- Construction base de données et analyses statistiques : Titouan (M1), Lancelot (M1)

Saisies, traitements et analyses de données en cours

- Données cliniques et psychocognitives : Saisie et traitement de données en cours
- Données enquête alimentaire : Données saisies et traitées, monitoring à lancer
- Données Hbmass : Base de données gelées, premières analyses effectuées
- Données viscosité & NFS : Base de données gelées, premières analyses effectuées
- Données échocardiographie : Base de données gelées, premières analyses effectuées
- Données cérébrovasculaires : Traitement de données en cours, résultats préliminaires
- Données sommeil : Traitement de données en cours
- Biologie : Analyses des prélèvements à venir
- Construction base de données et analyses statistiques : en cours



Expedition 5300

Caractéristique de
la population

EXPEDITION 5300 – Children project 2023-2025

6 mois

—

3 ans

	Lima (150 m)	Cusco (3400 m)	Juliaca (3800 m)	La Rinconada (5100m)
Age (mois) (n = 271)	21 ; 11.5/35 N = 51	27 ; 17/37.75 N = 114	24 ; 15.75/35 N = 48	29.5 ; 21/37 * N = 58
Poids (kg) (n = 257)	11 ; 9.4/13.25 N = 47	11.525 ; 9.98/14.1 N = 110	11.65 ; 10/13 N = 45	12 ; 9.8/14 N = 55
Taille (cm) (n = 257)	80 ; 72/92.5 N = 47	85.5 ; 78/93 N = 110	85 ; 77.5/91.7 N = 45	86.5 ; 80/93 N = 55
Sexe (Fille = F ou Garçon = G en %) (n = 269)	F = 51 % G = 49 % N = 49	F = 43,9 % G = 56,1 % N = 114	F = 35,4 % G = 64,6 % N = 48	F = 46,6 % G = 53,4 % N = 58
BMI (n = 257)	16.9 ; 15.8/17.8 N = 47	16.3 ; 15.1/17.3 N = 110	16.3 ; 15.5/17.2 N = 45	15.8 ; 15/16.7 * N = 55
[HB] (g / dL) (n = 247)	12 ; 11.45/12.55 N = 47	13.75 ; 13.20/14.45 * N = 98	14.4 ; 13.9/15 * N = 45	15.35 ; 14.7/16.25 * # § N = 57
Hématocrite (%) (n = 234)	35.5 ± 2.7 N = 41	39.7 ± 3 * N = 96	41 ± 2.7 * § N = 44	45.4 ± 3.2 * § # N = 53

* = différence significative avec Lima (150 m); § = différence significative avec Cusco (3400 m); # = différence significative avec Juliaca (3800 m)

EXPEDITION 5300 – Children project 2023-2025

8 ans
–
12 ans

	Lima (150 m)	Cusco (3400 m)	Juliaca (3800 m)	La Rinconada (5100m)
Age (mois) (n = 364)	122 ; 107.75/134 N = 84	118 ; 103/130 N = 59	126 ; 109/134 N = 125	126 ; 107.75/136 N = 96
Poids (kg) (n = 362)	38.5 ; 32.55/45.75 N = 83	30.95 ; 26/38.7 * N = 59	35.5 ; 29/42.5 N = 125	30 ; 25.45/40 * # N = 95
Taille (cm) (n = 362)	140.8 ± 10,75 N = 83	136 ± 9,38 * N = 59	137.8 ± 9,34 N = 125	136.7 ± 11,07 * N = 95
Sexe (Fille = F ou Garçon = G en %) (n = 363)	F = 39,8 % G = 60,2 % N = 83	F = 64,4 % * G = 35,6 % N = 59	F = 48,8 % G = 51,2 % N = 125	F = 43,8 % G = 56,2 % N = 96
BMI (n = 362)	19.7 ; 17.1/22 N = 83	16.5 ; 15.4/20.2 * N = 59	18.4 ; 16.3/21.1 N = 125	16.7 ; 15.1/18.7 * # N = 95
[HB] (g / dL) (n = 356)	13.4 ; 12.85/13.85 N = 83	15 ; 14.5/15.75 * N = 55	15.8 ; 15.3/16.4 * N = 125	17.9 ; 17.1/18.6 * # § N = 93
Hématocrite (%) (n = 352)	39 ; 37.2/40.9 N = 83	41.5 ; 40.4/43.8 * N = 53	45.3 ; 43.9/47.2 * § N = 124	51.7 ; 49.3/53.5 * # § N = 92
Hb mass (g) (n = 304)	309 ; 265/357 N = 76	303 ; 270/378 44	348 ; 305/416 * N = 109	410 ; 343/514 * § # N = 75
Hb mass (g / kg) (n = 304)	7.89 ; 7.2/8.9 N = 76	9.35 ; 8.5/10 * N = 44	9.6 ; 8.4/10.9 * N = 109	12.5 ; 11.3/13.3 * § # N = 75

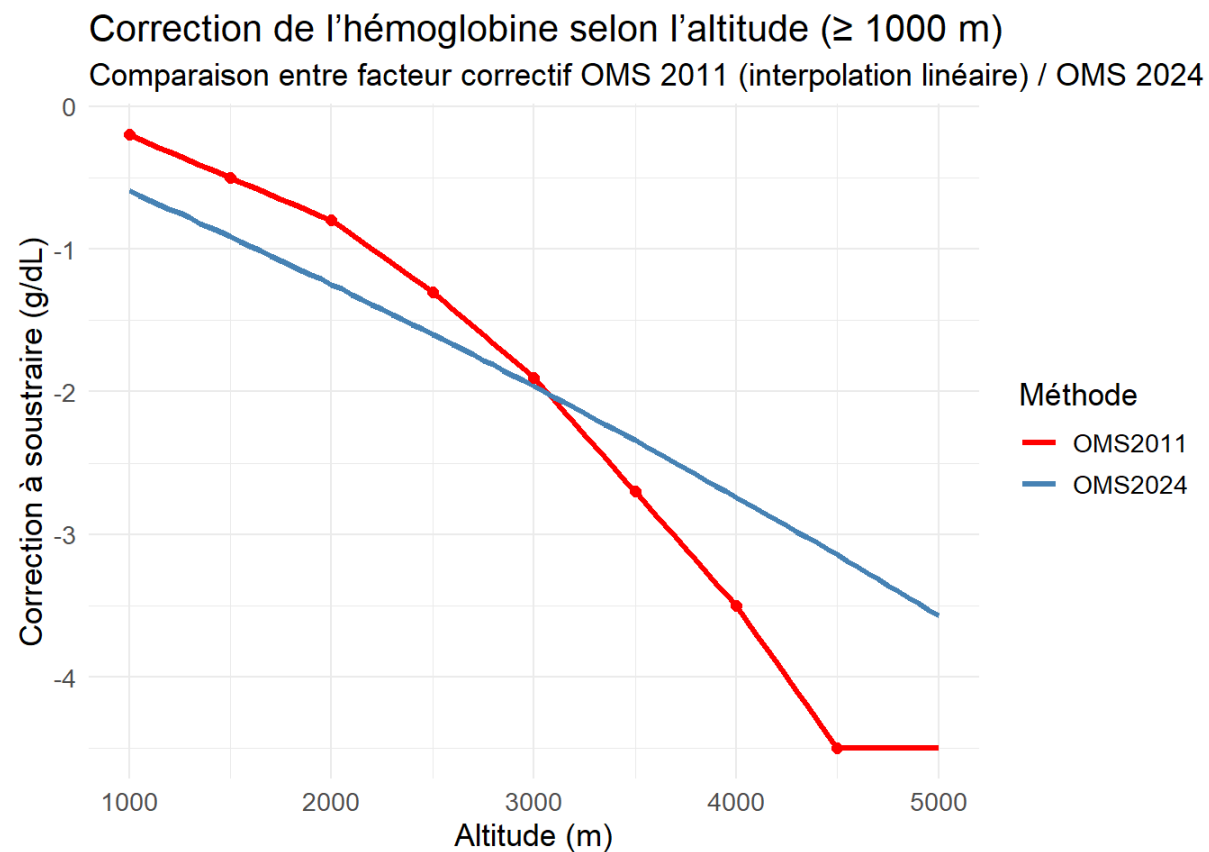
* = différence significative avec Lima (150 m); § = différence significative avec Cusco (3400 m); # = différence significative avec Juliaca (3800 m)



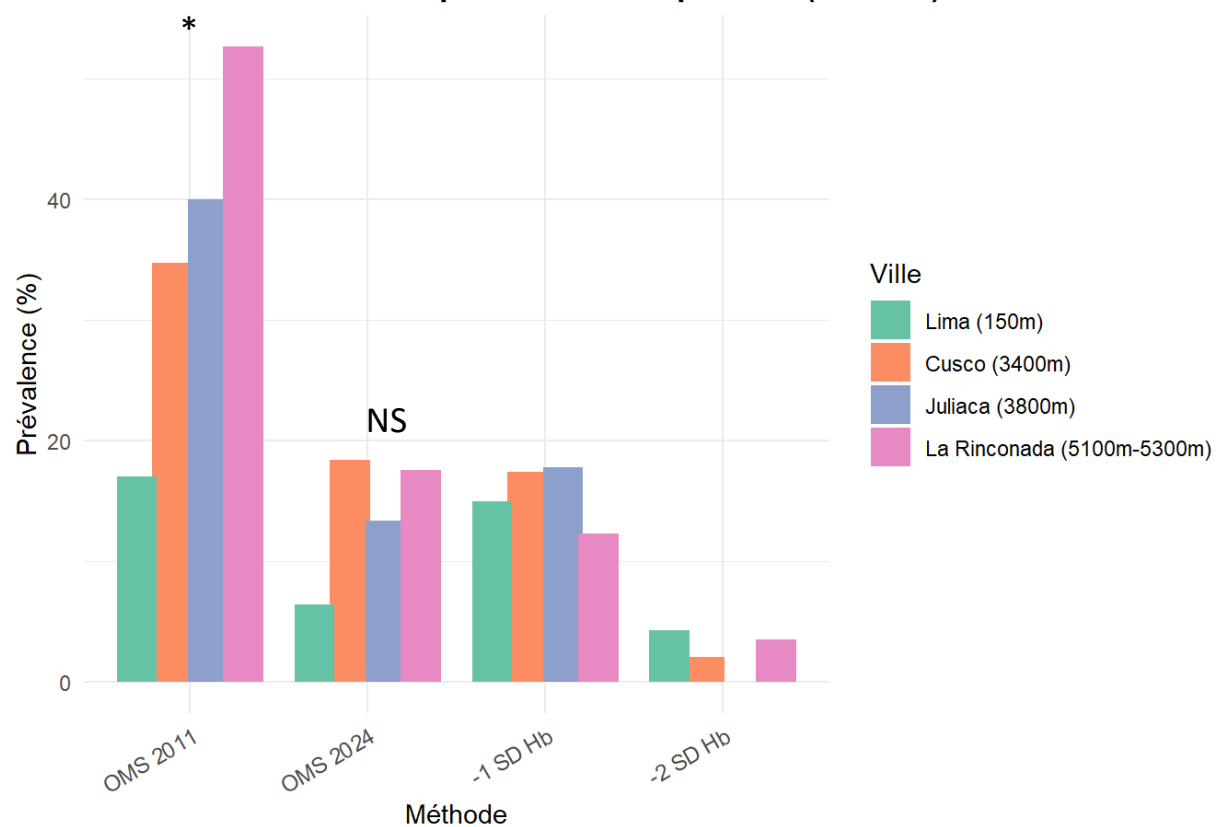
Expedition 5300

Diagnostic de
l'anémie et de la
polyglobulie

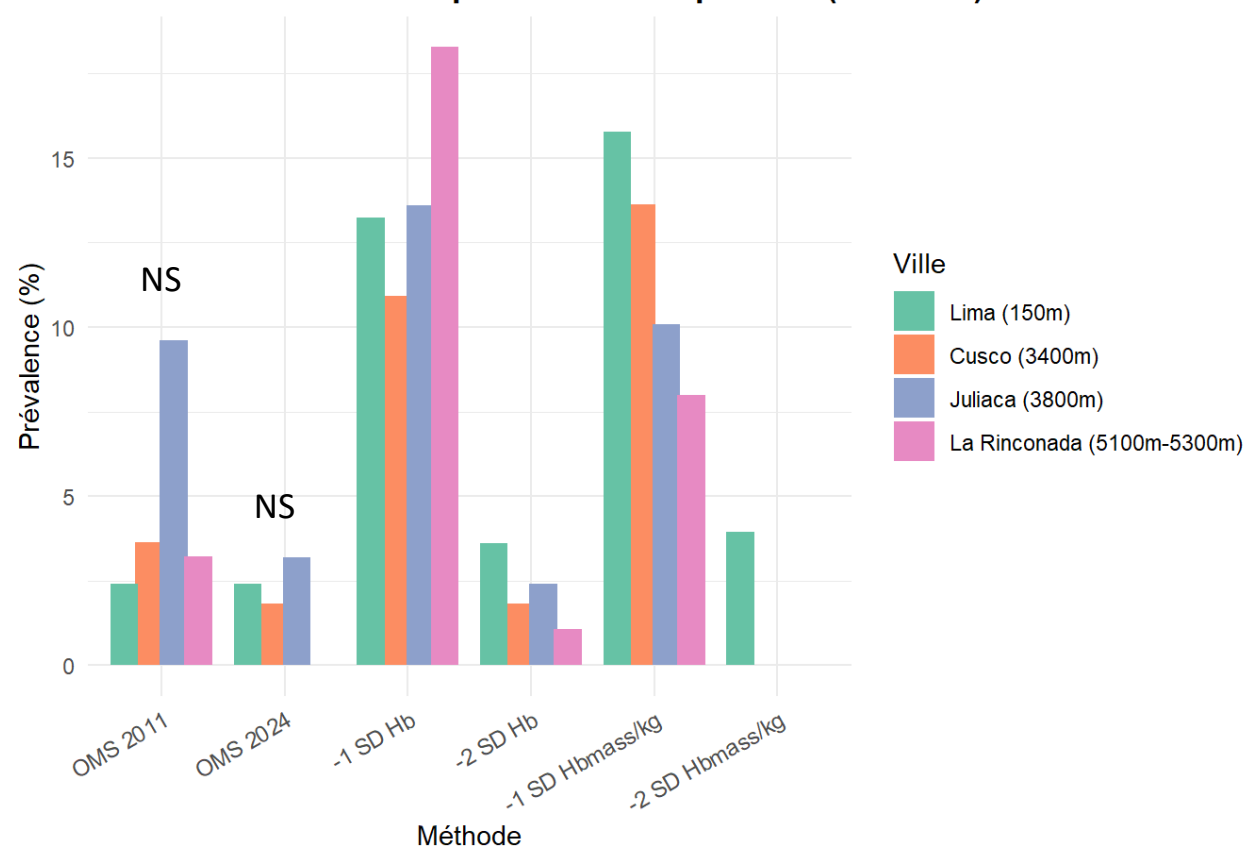
Diagnostic et prévalence de l'anémie



Prévalence de l'anémie par méthode et par ville (0–3 ans)

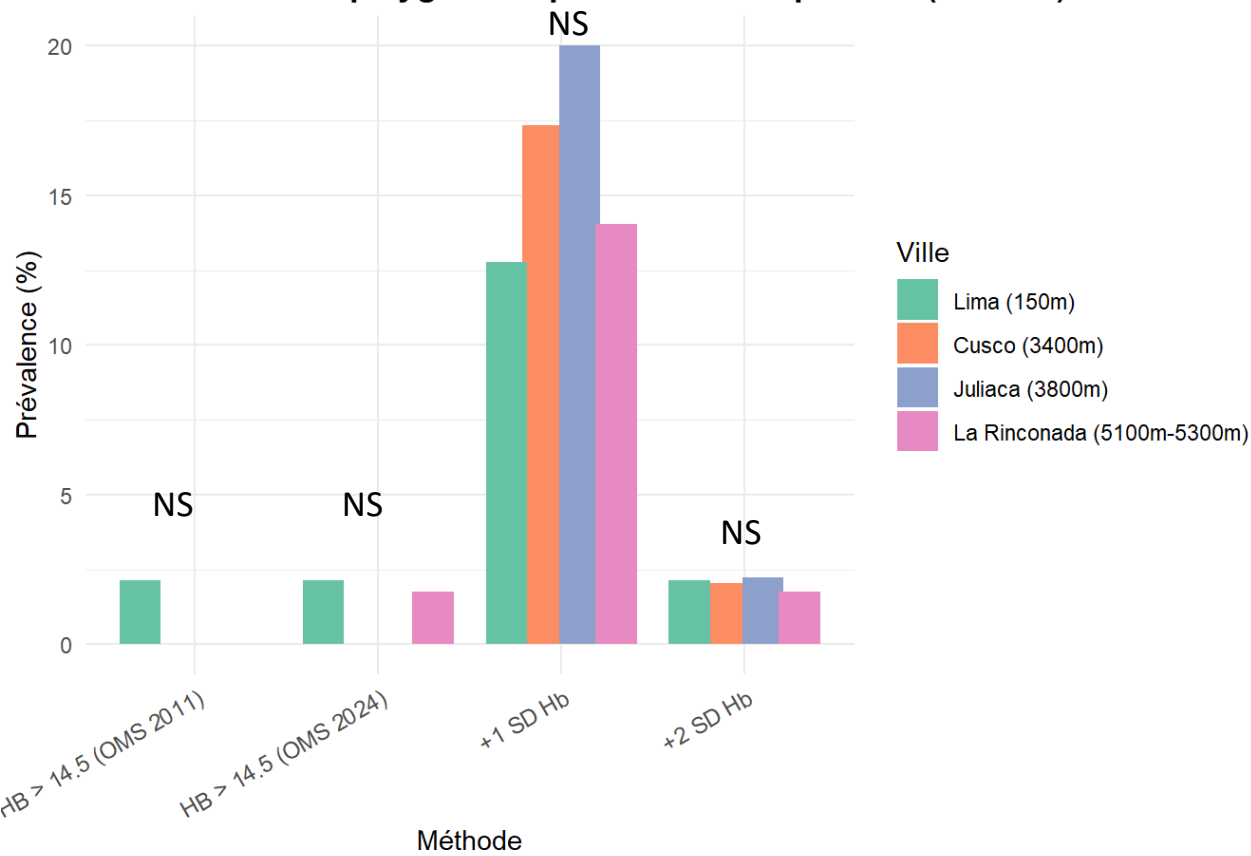


Prévalence de l'anémie par méthode et par ville (8–12 ans)

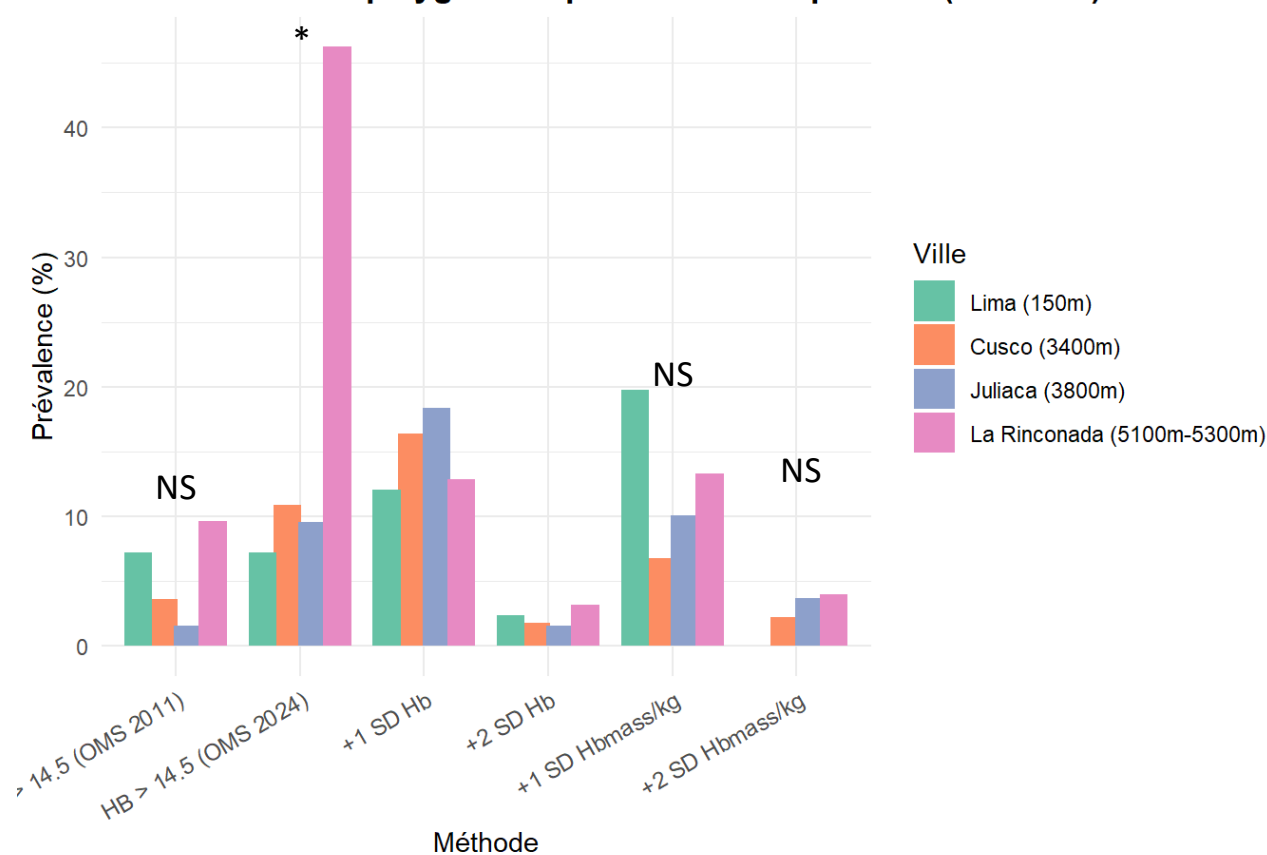


EXPEDITION 5300 – Children project 2023-2025

Prévalence de la polyglobulie par méthode et par ville (0–3 ans)

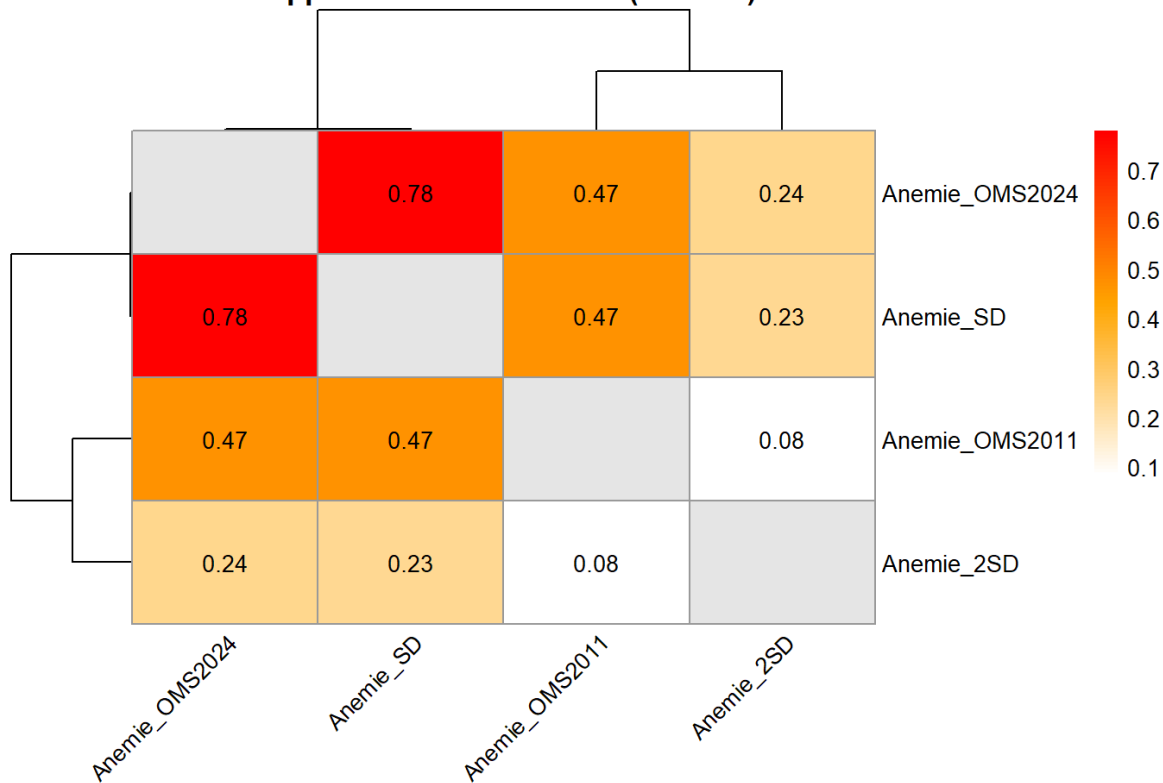


Prévalence de la polyglobulie par méthode et par ville (8–12 ans)

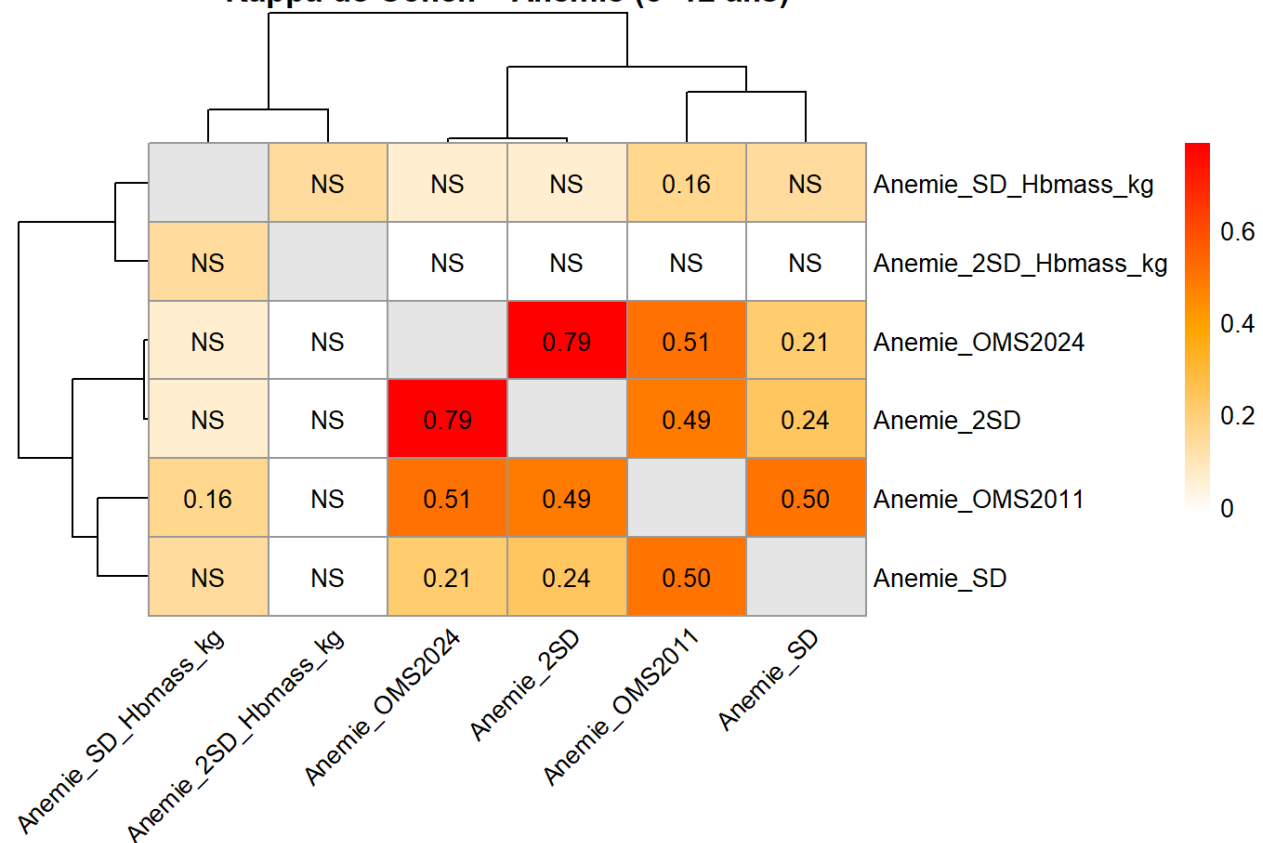


EXPEDITION 5300 – Children project 2023-2025

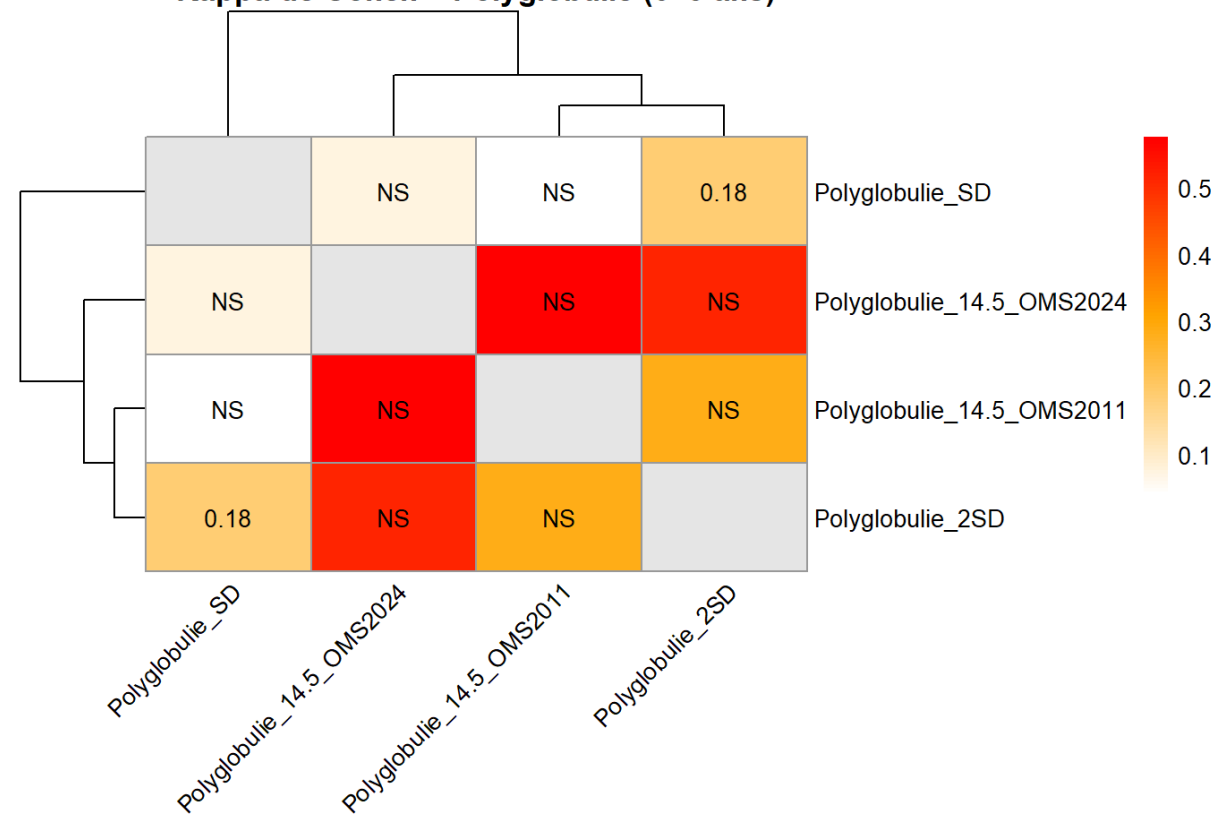
Kappa de Cohen – Anémie (0–3 ans)



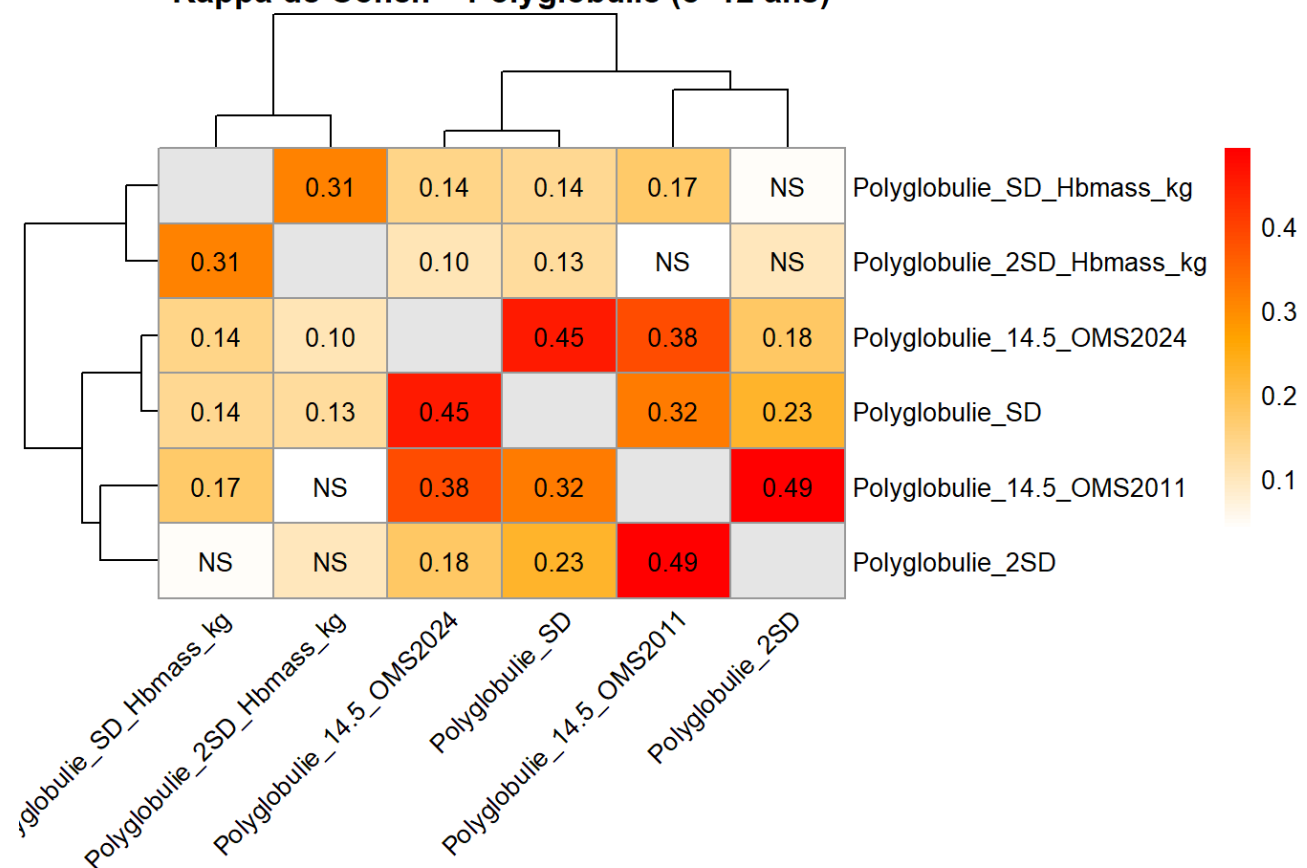
Kappa de Cohen – Anémie (8–12 ans)



Kappa de Cohen – Polyglobulie (0–3 ans)

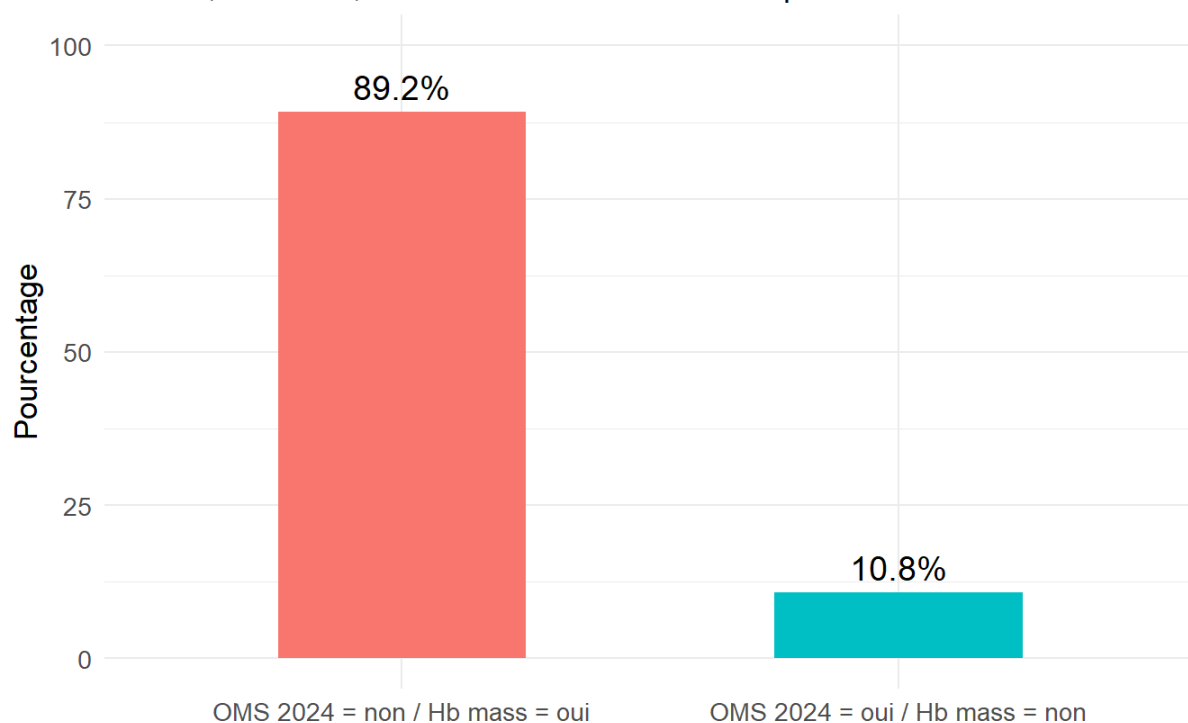


Kappa de Cohen – Polyglobulie (8–12 ans)



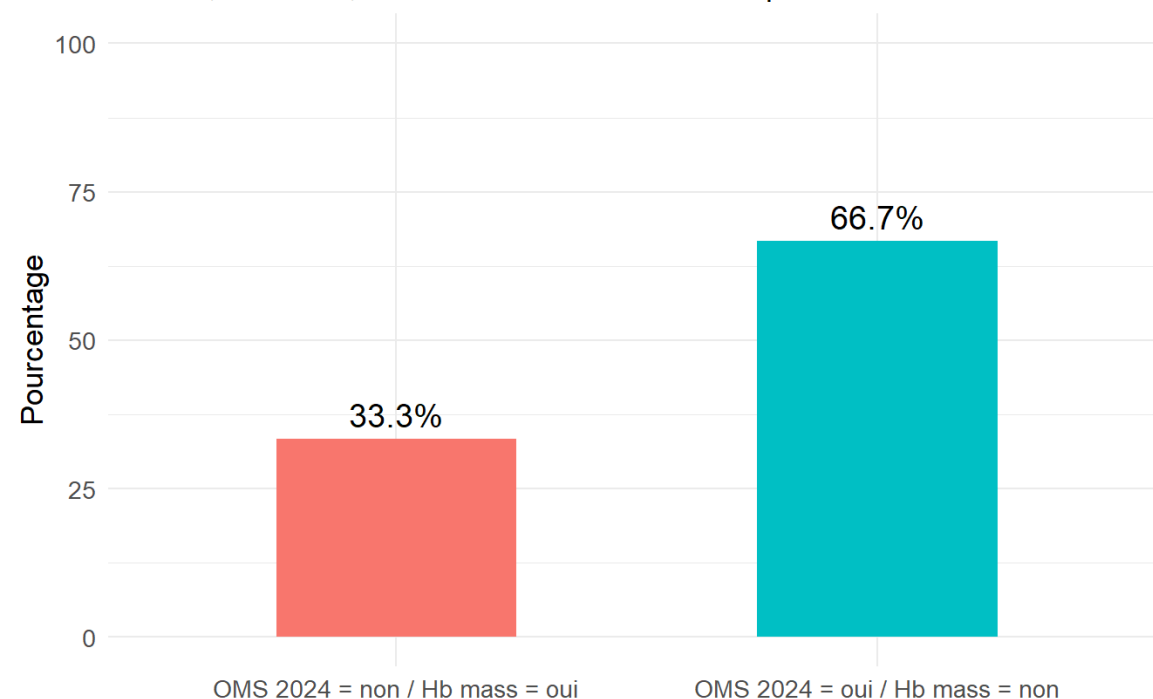
Discordances OMS 2024 // Hb mass – 1 SD

Anémie, 8–12 ans, Parmi les cas discordants uniquement



Discordances OMS 2024 // Hb mass – 2 SD

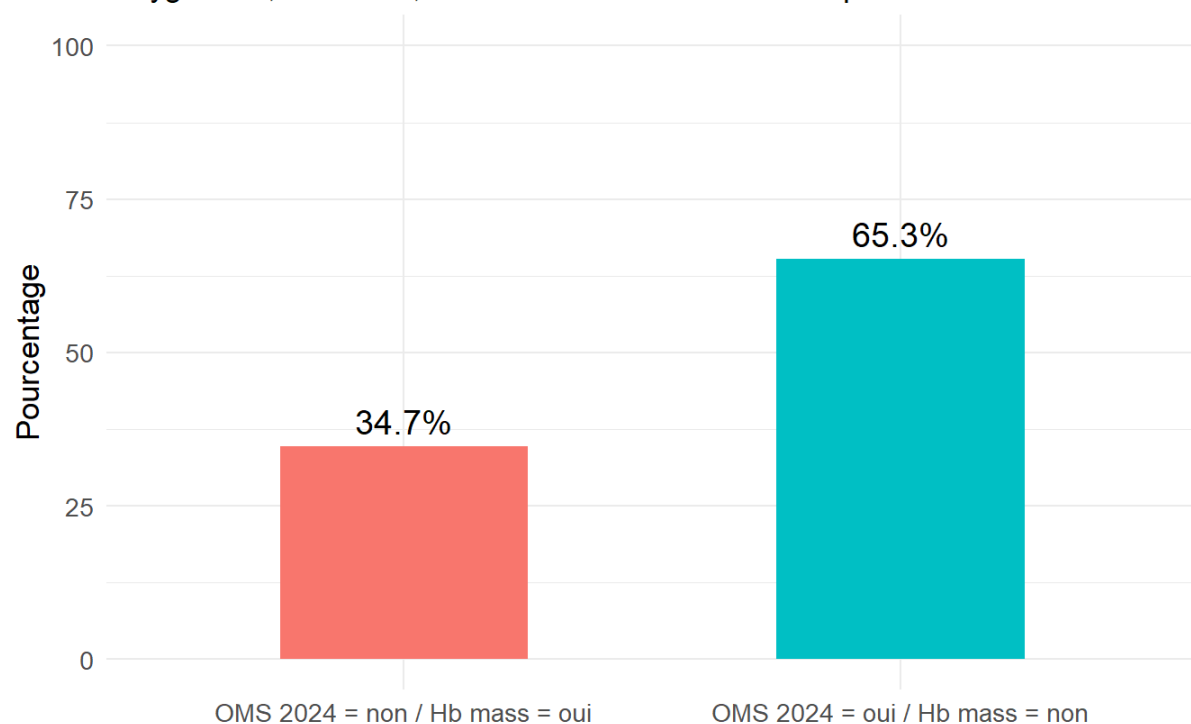
Anémie, 8–12 ans, Parmi les cas discordants uniquement



Interprétation: pour 89% des cas où les méthodes sont en désaccords, c'est car la méthode OMS 2024 dit non le sujet n'est pas anémique et la méthode via – 1 SD Hb mass dit oui il est anémique

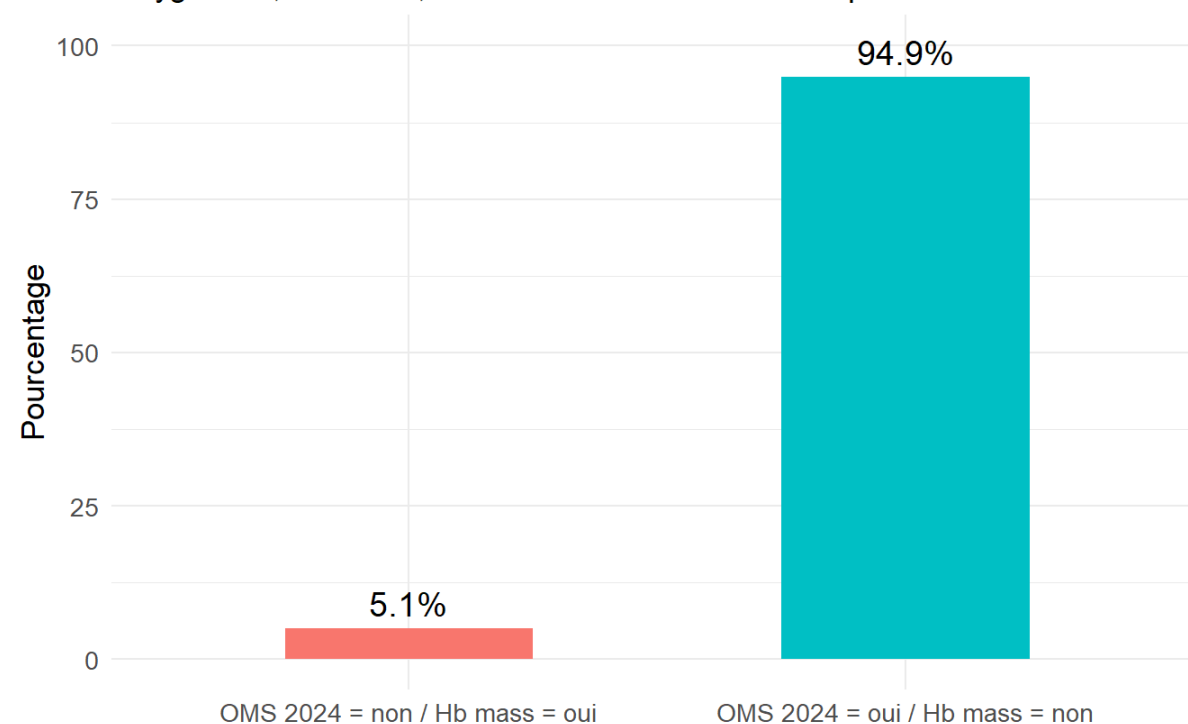
Discordances OMS 2024 // Hb mass + 1 SD

Polyglobulie, 8–12 ans, Parmi les cas discordants uniquement



Discordances OMS 2024 // Hb mass + 2 SD

Polyglobulie, 8–12 ans, Parmi les cas discordants uniquement



Analyse des discordances entre 2 méthodes par test McNemar

Anémie 6 mois – 3 ans

	P value	Interprétation
OMS 2011 vs OMS 2024	p < 0.001	Dans les discordances, Anemie_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Anemie_OMS2011
OMS 2024 vs -1 SD [HB]	p = 0.789 NS	Dans les discordances, Anemie_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Anemie_1SD
OMS 2024 vs -2 SD [HB]	p < 0.001	Dans les discordances, Anemie_2SD classe plus souvent 'non' que Anemie_OMS2024

Anémie 8 - 12 ans

	P value	Interprétation
OMS 2011 vs OMS 2024	p = 0.0015	Dans les discordances, Anemie_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Anemie_OMS2011
OMS 2024 vs -1 SD [HB]	p < 0.001	Dans les discordances, Anemie_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Anemie_1SD
OMS 2024 vs -2 SD [HB]	p = 1 NS	Dans les discordances, Anemie_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Anemie_2SD
OMS 2024 vs -1 SD Hb mass	p < 0.001	Dans les discordances, Anemie_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Anemie_SD_Hbmass_kg
OMS 2024 vs -2 SD Hb mass	p = 0.505 NS	Dans les discordances, Anemie_2SD_Hbmass_kg classe plus souvent 'non' que Anemie_OMS2024

Analyse des discordances entre 2 méthodes par test McNemar

Polyglobulie 6 mois – 3 ans

	P value	Interprétation
OMS 2011 vs OMS 2024	p = 1 NS	Dans les discordances, Polyglobulie_14.5_OMS2011 classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_14.5_OMS2024
OMS 2024 vs +1 SD [HB]	p < 0.001	Dans les discordances, Polyglobulie_14.5_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_SD
OMS 2024 vs +2 SD [HB]	p = 0.248 NS	Dans les discordances, Polyglobulie_14.5_OMS2024 classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_2SD

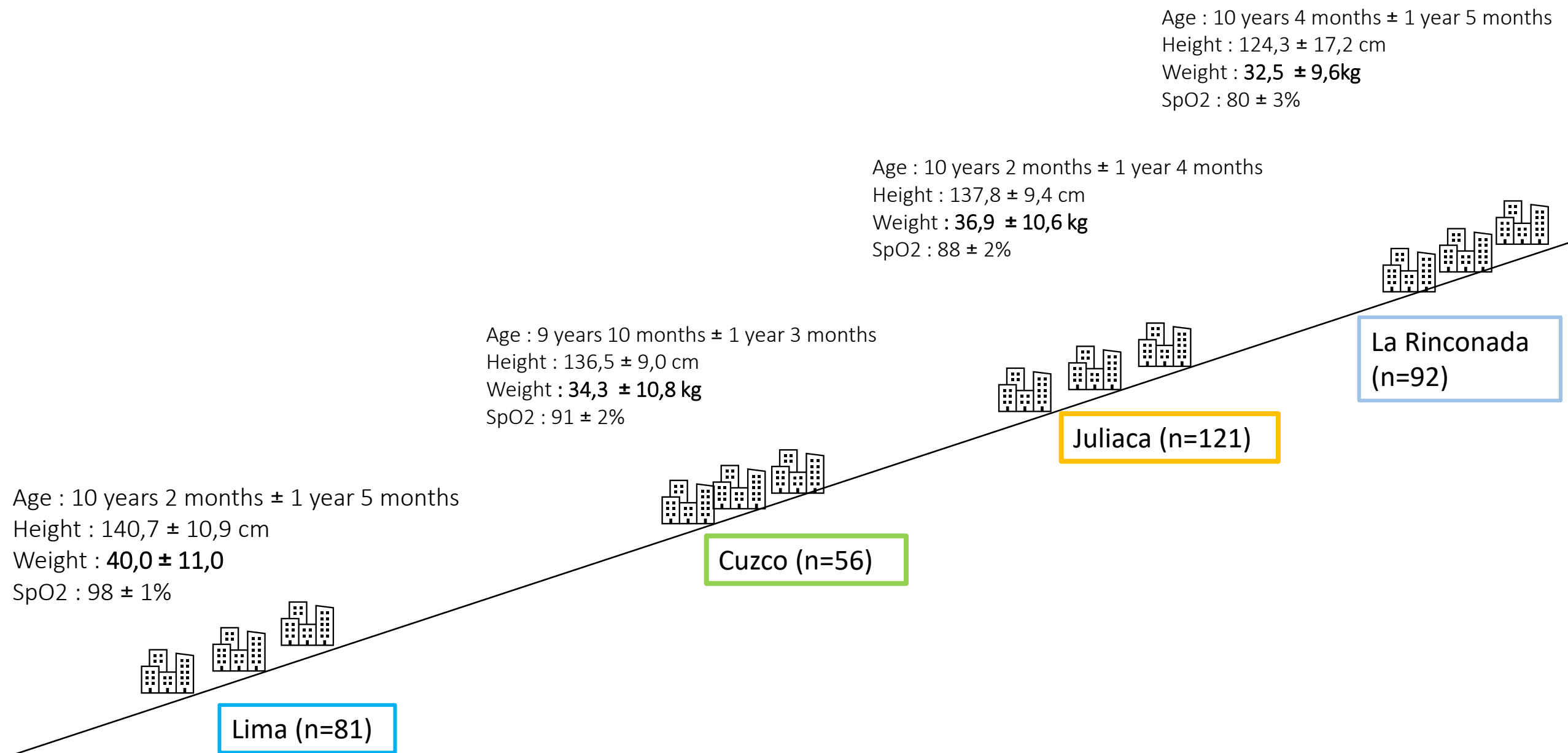
Polyglobulie 8 - 12 ans

	P value	Interprétation
OMS 2011 vs OMS 2024	p < 0.001	Dans les discordances, Polyglobulie_14.5_OMS2011 classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_14.5_OMS2024
OMS 2024 vs +1 SD [HB]	p = 0.106 NS	Dans les discordances, Polyglobulie_SD classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_14.5_OMS2024
OMS 2024 vs +2 SD [HB]	p < 0.001	Dans les discordances, Polyglobulie_2SD classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_14.5_OMS2024
OMS 2024 vs +1 SD Hb mass	p = 0.0133	Dans les discordances, Polyglobulie_SD_Hbmass_kg classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_14.5_OMS2024
OMS 2024 vs +2 SD Hb mass	p < 0.001	Dans les discordances, Polyglobulie_2SD_Hbmass_kg classe plus souvent 'non' que Polyglobulie_14.5_OMS2024

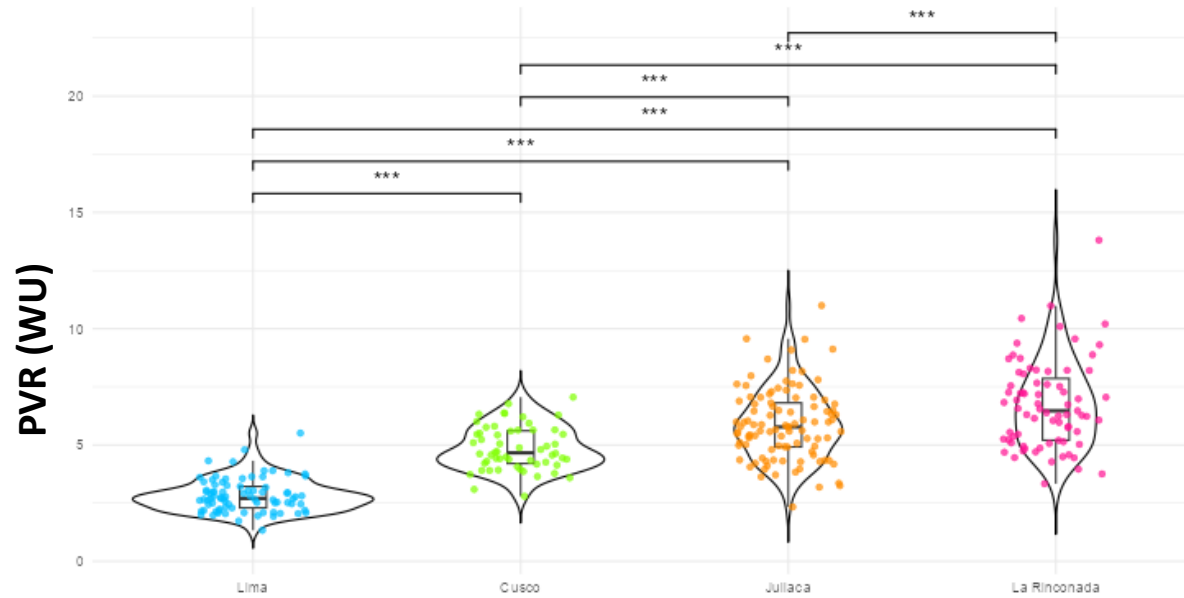
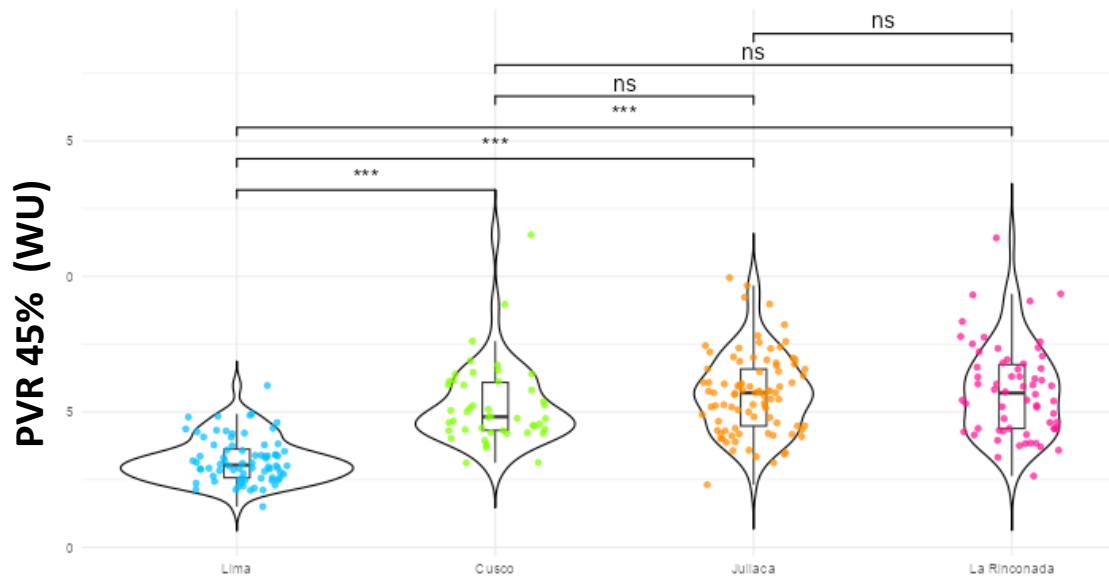
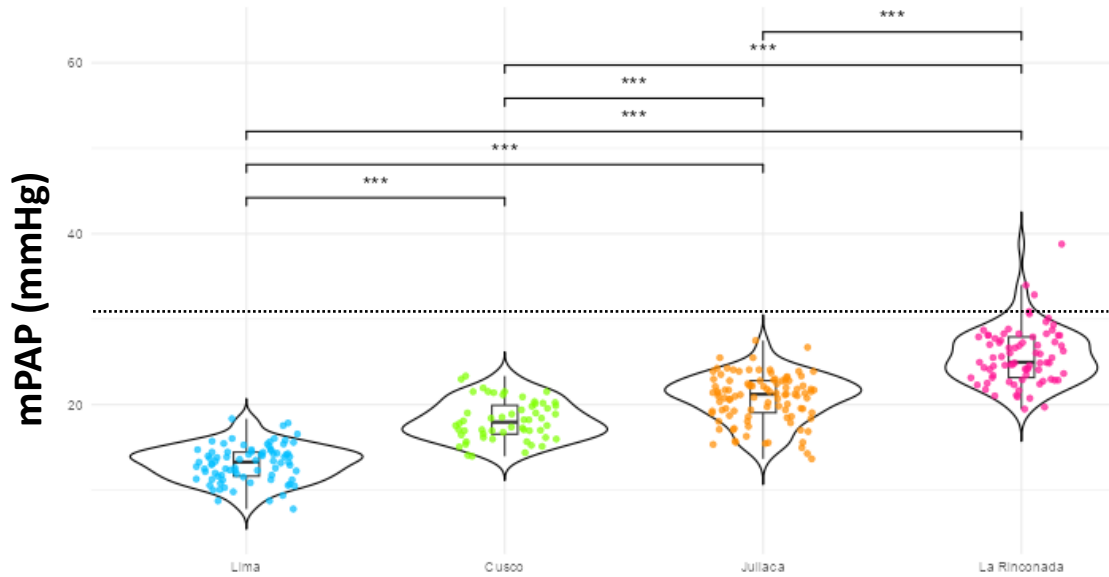


Expedition 5300

Cardiac
remodeling in
children

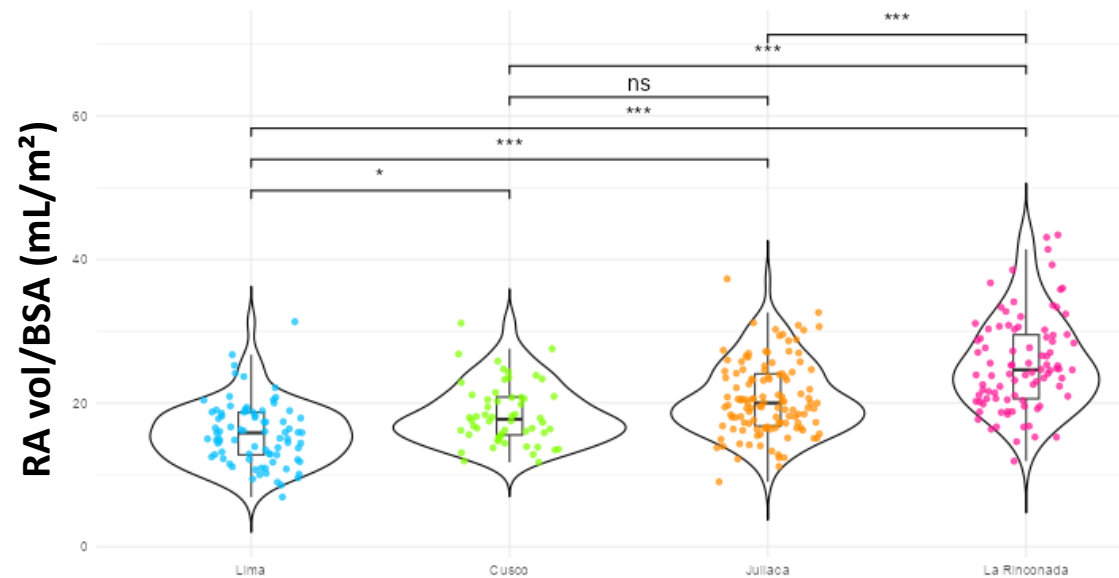


Right cavities

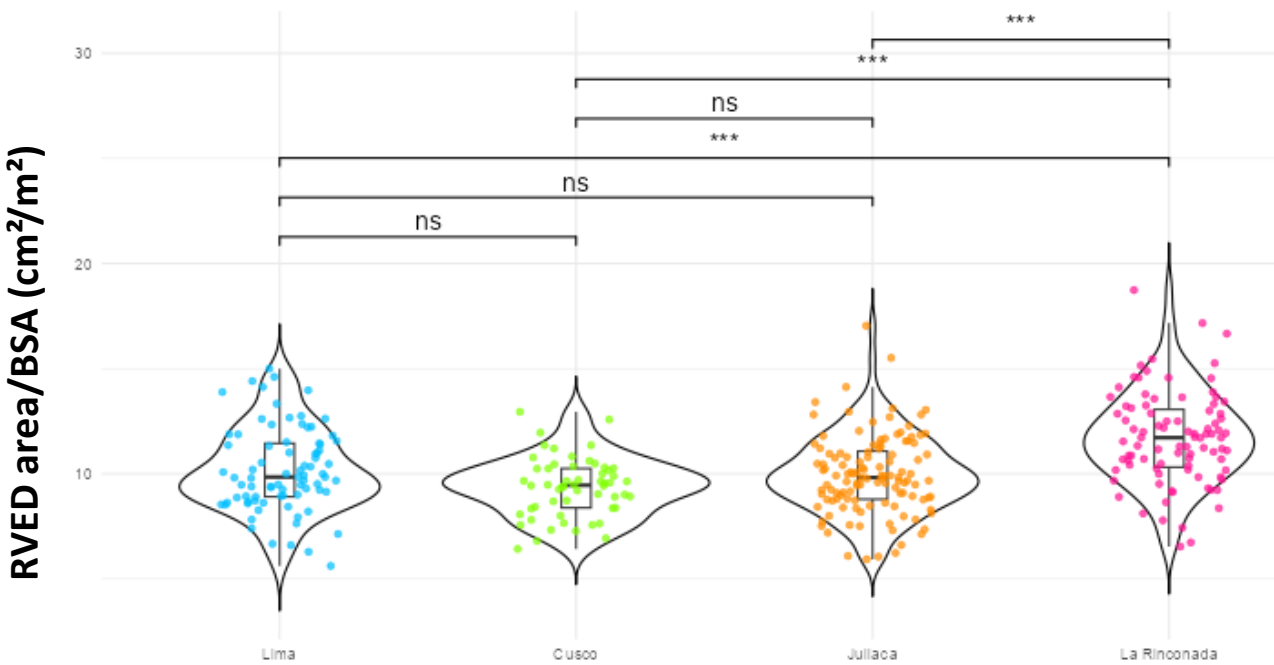


	Lima (n=81)	Cuzco (n=56)	Juliaca (n=121)	La Rinconada (n=92)
mPAP (mmHg)	13,1 ± 2,1	18,2 ± 2,3	20,7 ± 2,8	25,7 ± 3,3
PVR (WU)	2,8 ± 0,7	4,9 ± 0,9	5,9 ± 1,5	6,7 ± 1,9
PVR 45% (WU)	3,2 ± 0,8	5,3 ± 1,5	5,7 ± 1,5	5,8 ± 1,7

Right cavities

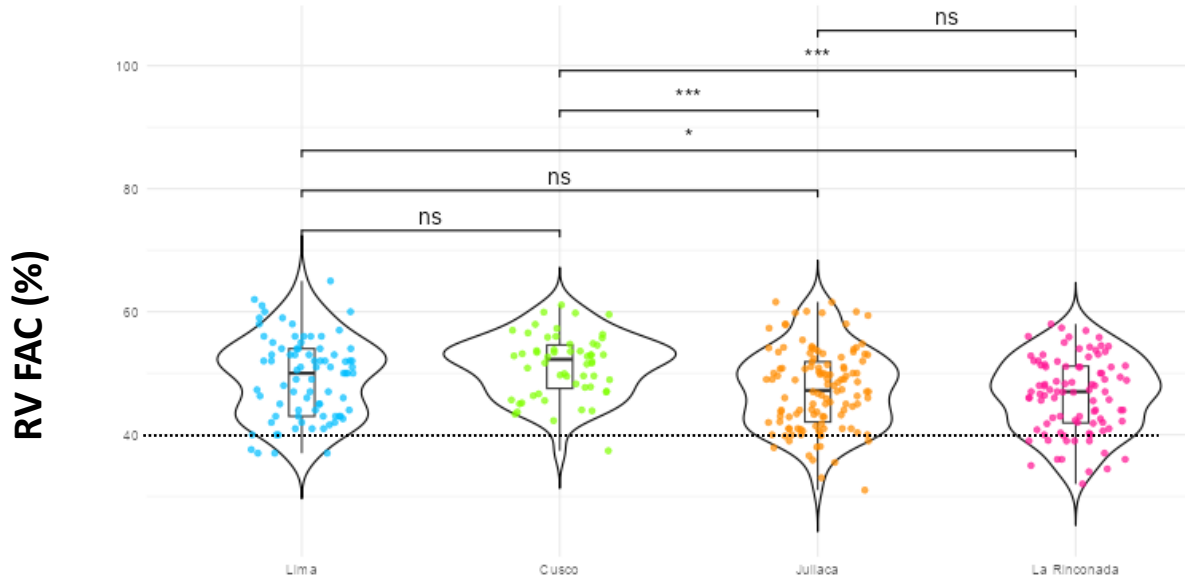


	Lima (n=81)	Cuzco (n=56)	Juliaca (n=121)	La Rinconada (n=92)
RA volume/BSA (mL/m²)	15,8 ±4,4	18,5 ± 4,2	20,6 ± 5,1	25,5 ± 6.6
RVED area/BSA (cm²/m²)	10,2 ±2,0	9,4 ± 1,4	10.0 ± 1,9	11,7 ± 2,2

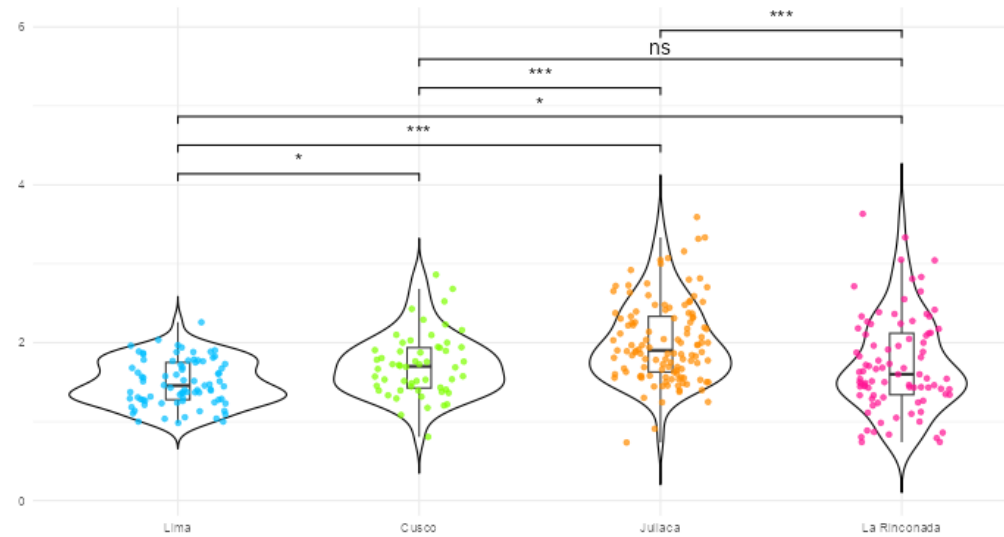


		Lima (n=81)	Cuzco (n=56)	Juliaca (n=121)	La Rinconada (n=92)
RA area (cm²)	> 2 S.D.	1 (1,2%)	1 (1,8%)	7 (5,8%)	26 (28,2%)
		0%	1,8%	0,8%	15,2%
	< 2 S.D.	11 (13,5%)	1 (1,8%)	1 (<1%)	0
RVED (cm²)		3,7%	0%	0%	0%
	> 2 S.D.	0	0	1 (< 1%)	3 (3,3%)
	< 2 S.D.	9 (11%)	11 (19,6%)	16 (13,2%)	4 (4,3%)

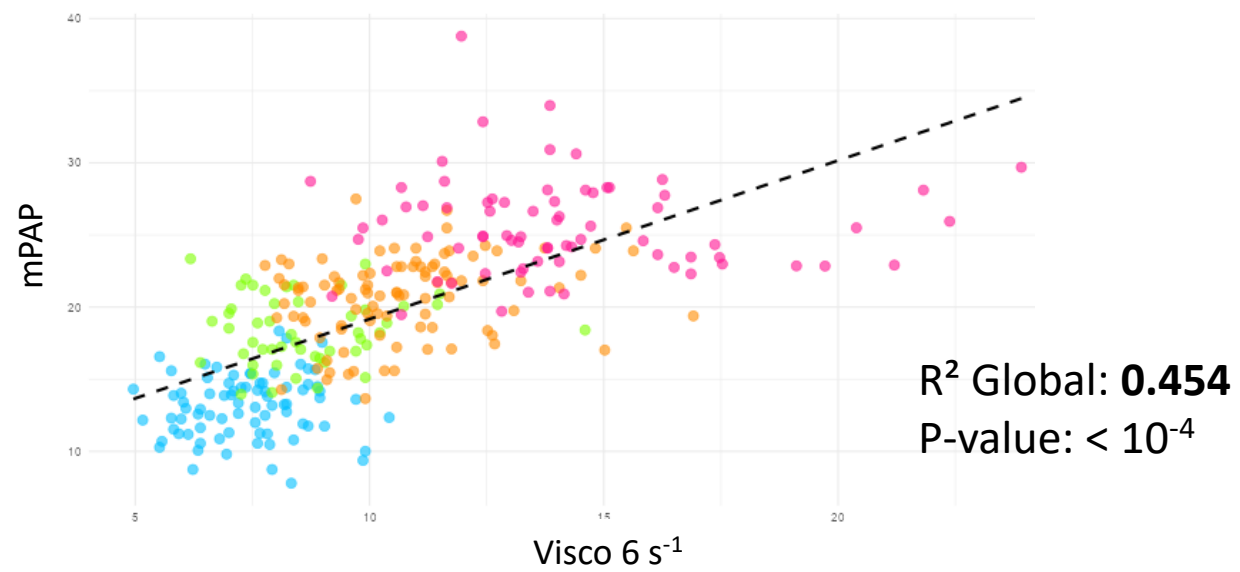
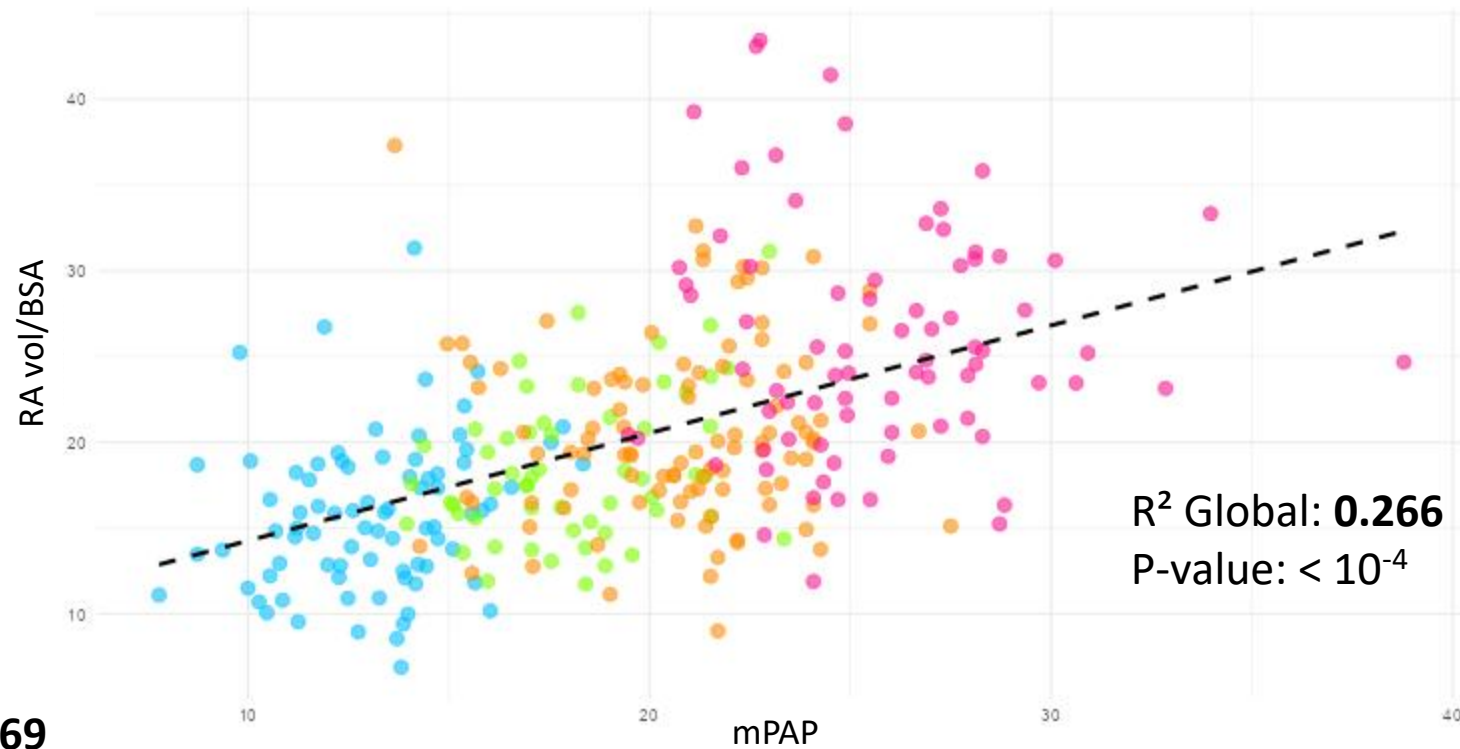
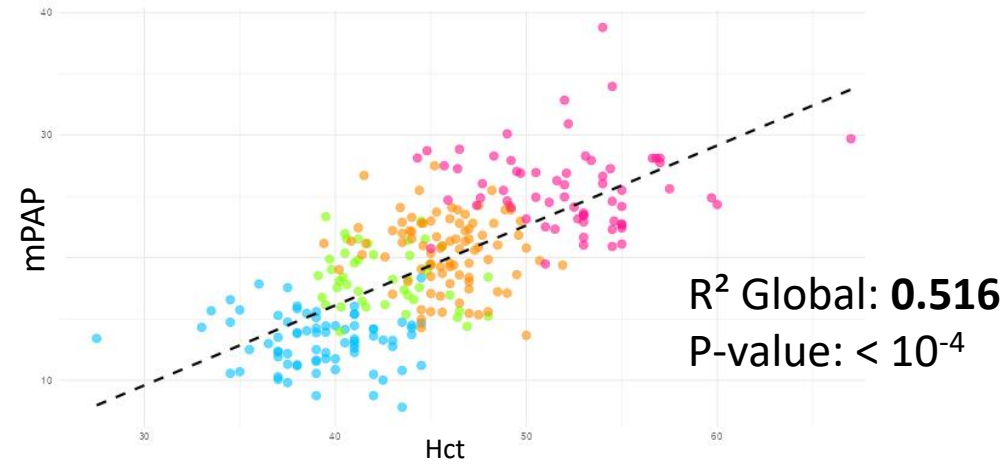
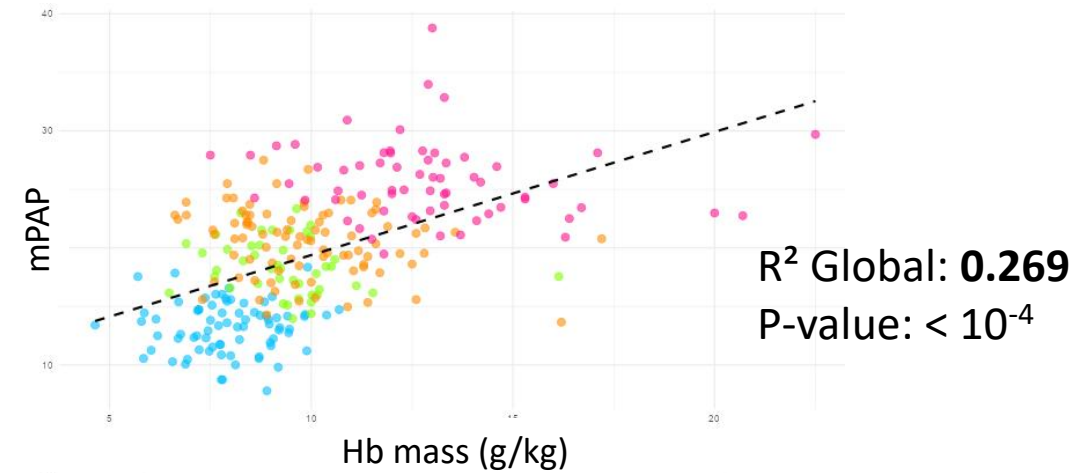
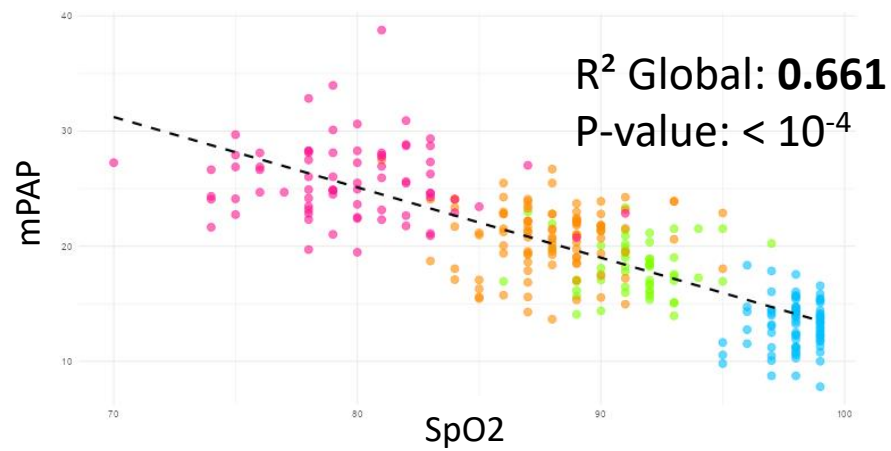
Right cavities



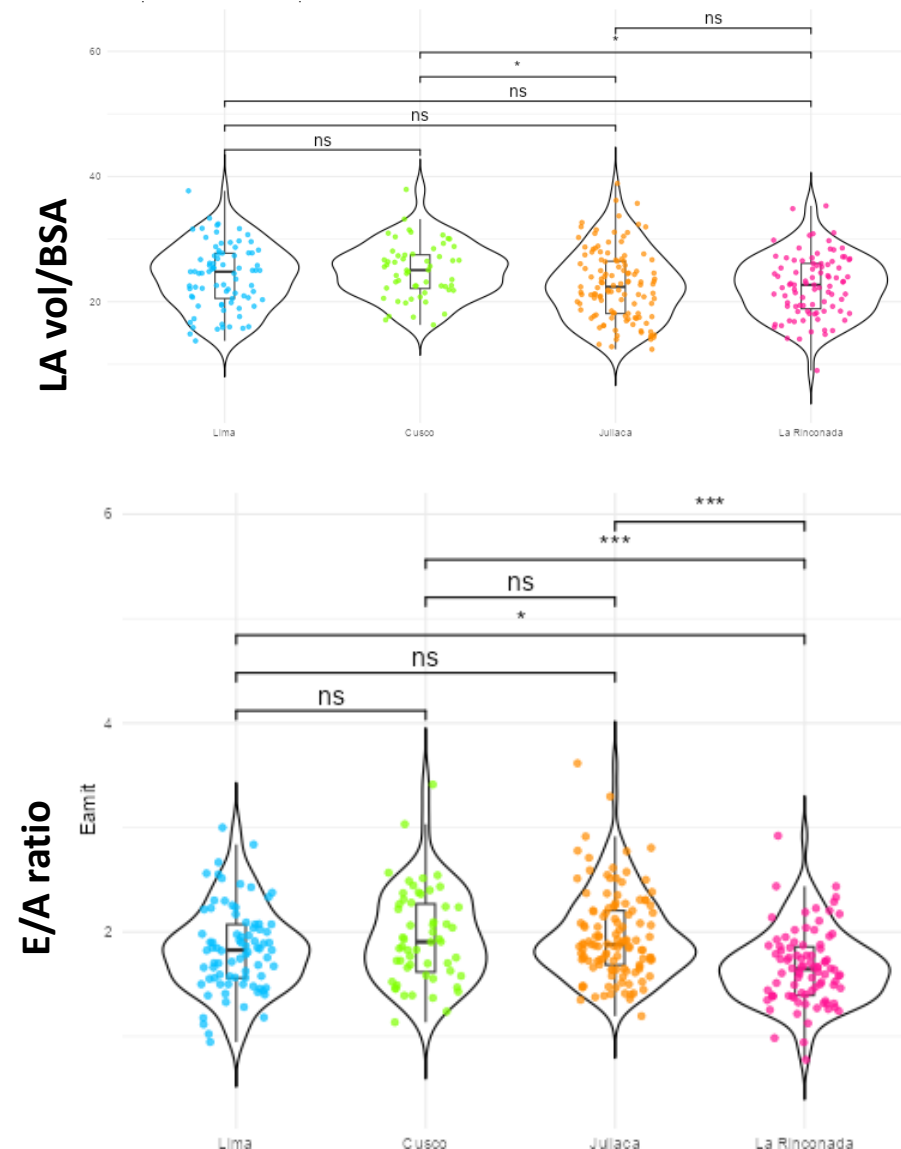
E/A tric



	Lima (n=81)	Cuzco (n=56)	Juliaca (n=121)	La Rinconada (n=92)
RV FAC	49,3 ± 6,6	51,3 ± 5,0	47,4 ± 6,5	46,4 ± 6,1
Free wall RV strain	-24,2 ± 3,3	-22,7 ± 3,1	-23,5 ± 3,6	-22,7 ± 3,4
RV S'	12,9 ± 1,7	11,9 ± 1,4	12,1 ± 1,5	12,6 ± 1,6
Et/At ratio	1,49 ± 0,29	1,71 ± 0,40	2,01 ± 0,52	1,73 ± 0,61



Left cavities



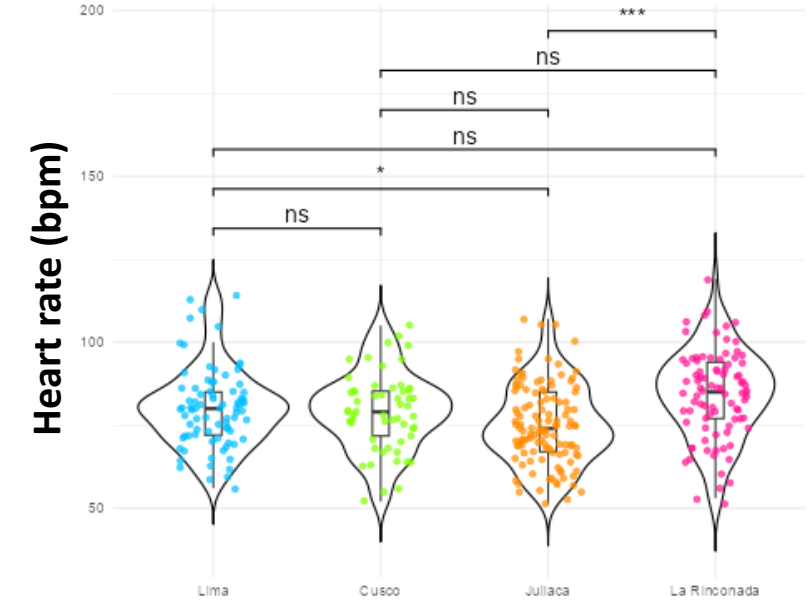
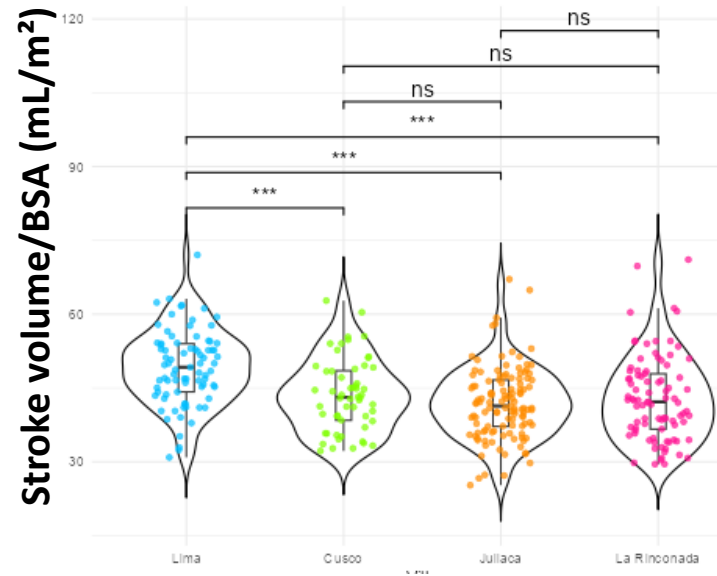
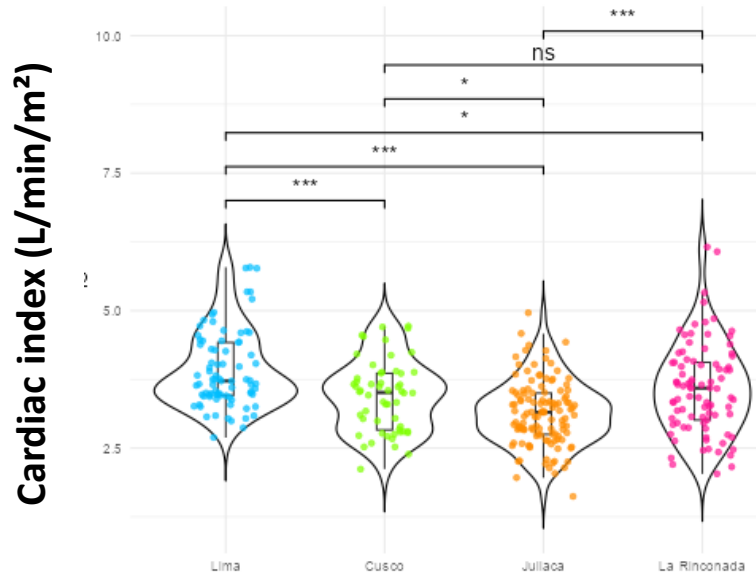
	Lima (n=81)	Cuzco (n=56)	Juliaca (n=121)	La Rinconada (n=92)	ANOVA
LV EDD /BSA (mm/m²)	32,6± 4,1	33,5± 4,1	33,0± 4,1	34,2± 4,3	0.059
RWT	0,38± 0,07	0,37± 0,06	0,36± 0,05	0,38± 0,06	0.144
LV mass/BSA (g/m²)	67,4± 12,5	63,5± 11,4	62,0± 10,8	63,5± 12,8	0.017
LA vol/BSA (ml/m²)	24,0± 5,1	24,9± 4,4	22,6± 5,6	22,5± 4,9	0.011
EF (Teicholz, %)	66 ± 6	69± 5	69± 7	67± 6	0.007
LV longitudinal strain (%)	-17,7± 1,7	-19,9± 2,0	-19,2± 2,4	-18,4± 2,2	< 10 ⁻⁴
E/A ratio	1,84± 0,41	1,95± 0,45	1,96± 0,42	1,66± 0,35	< 10 ⁻⁴

LV mass +2 S.D. : 27% Lima, 23% Cuzco, 11,6% Juliaca, 28% La Rinconada
 - Publi 2 : 4,9% / 3,6% / 2,5% / 5,4%

E/A ratio -2 S.D. : 13% La Rinconada

LA vol -2 S.D. : 13,6% Lima, 8,9% Cuzco, 26% Juliaca, 20,6% La Rinconada
 - Publi 2 : 0%/0%/0%/0%

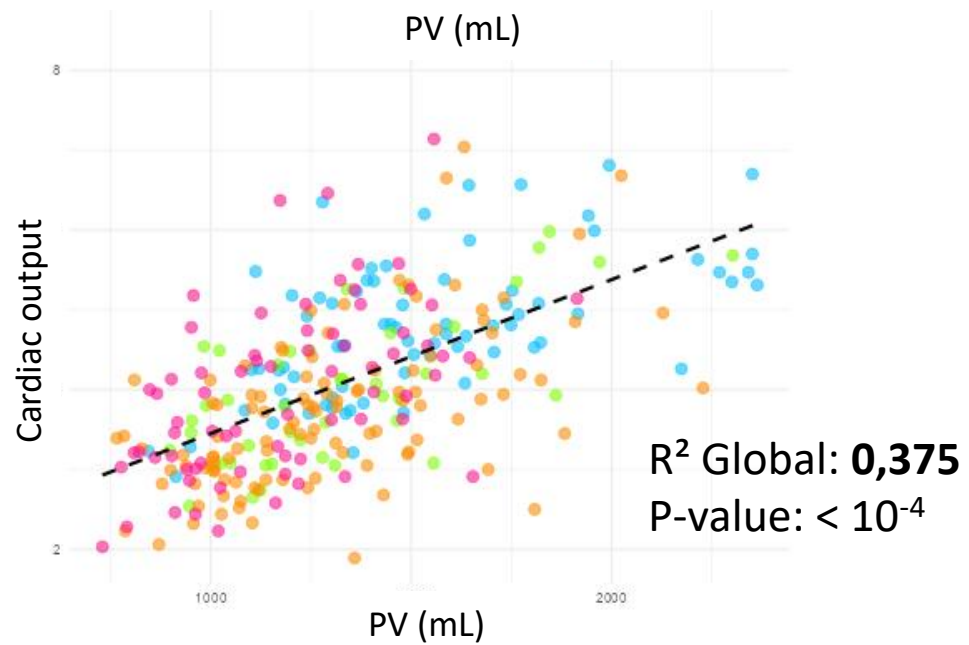
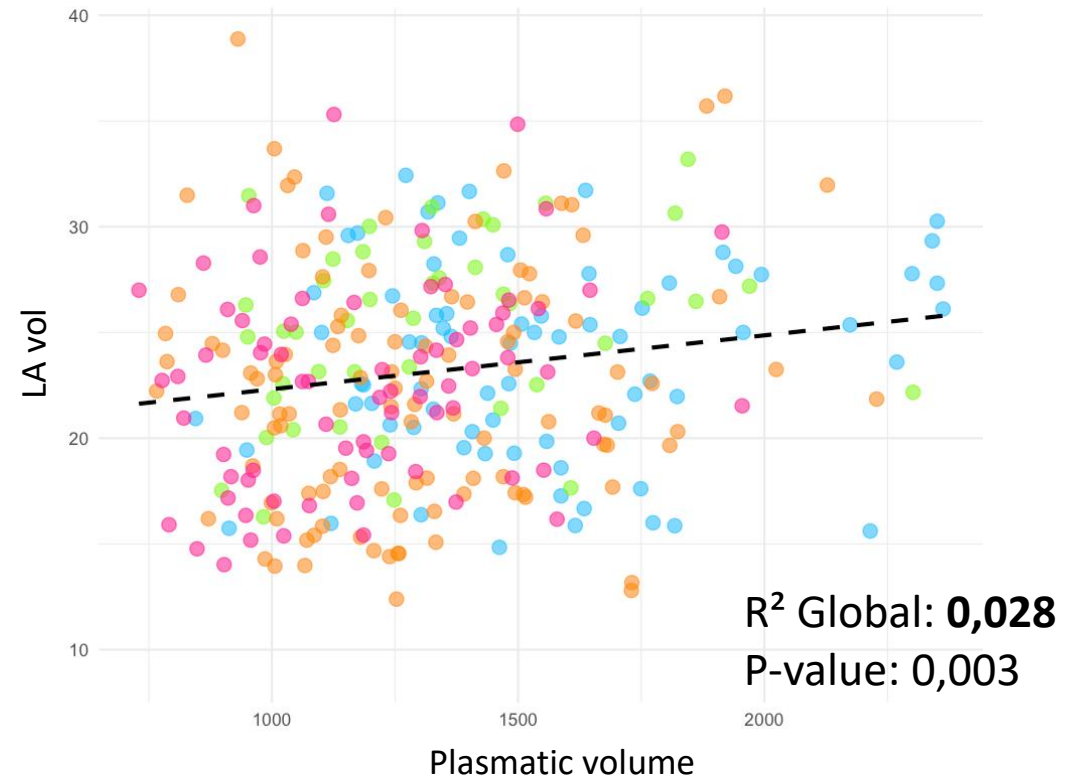
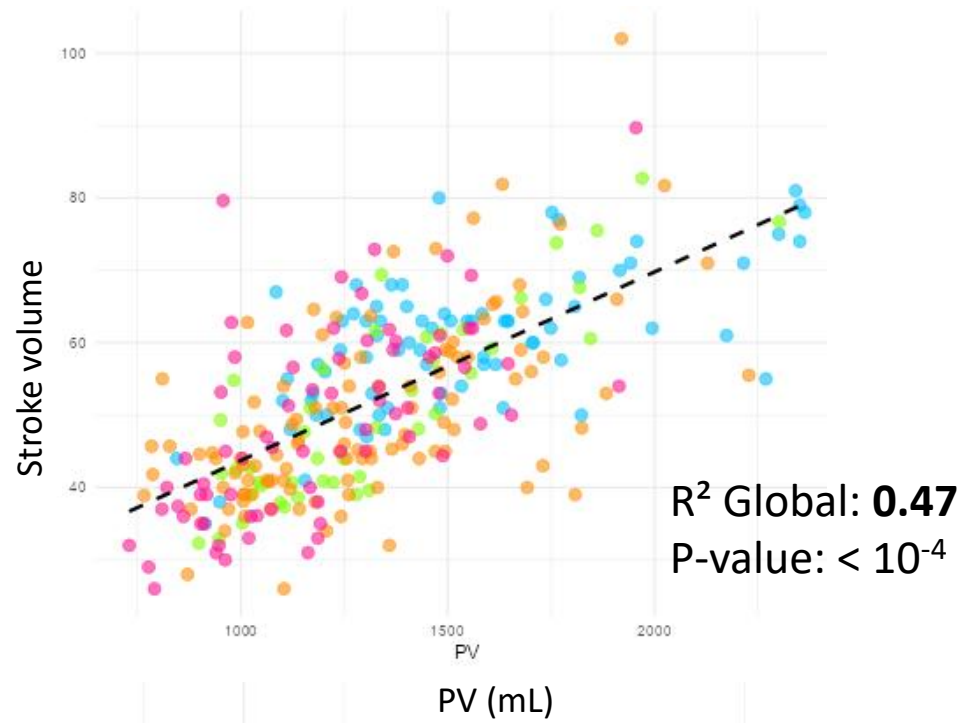
Left cavities



Heart rate :

- Inf -2 S.D. : 11,1%/14,3%/19,8%/8,7%
- Sup 2S.D. : 8,6%/7,1%/4,1%/18,5%

	Lima (n=81)	Cuzco (n=56)	Juliaca (n=121)	La Rinconada (n=92)
Cardiac output (l/min)	4,8± 0,9	3,9± 0,9	3,7± 0,9	4.0± 1,1
Cardiac index (l/min/m²)	3,9± 0,7	3,4± 0,6	3,1± 0,6	3,6± 0,8
SV (PW, ml)	60,3± 10.0	49,5± 12,4	49,4± 12,3	47,7± 12,7
SV/BSA (PW, ml/m²)	49,2 ± 7,6	43,6 ± 7,4	41,9 ± 7,2	42.0 ± 10,7
Heart rate (bpm)	80 ± 12	79± 12	75 ± 12	84± 13



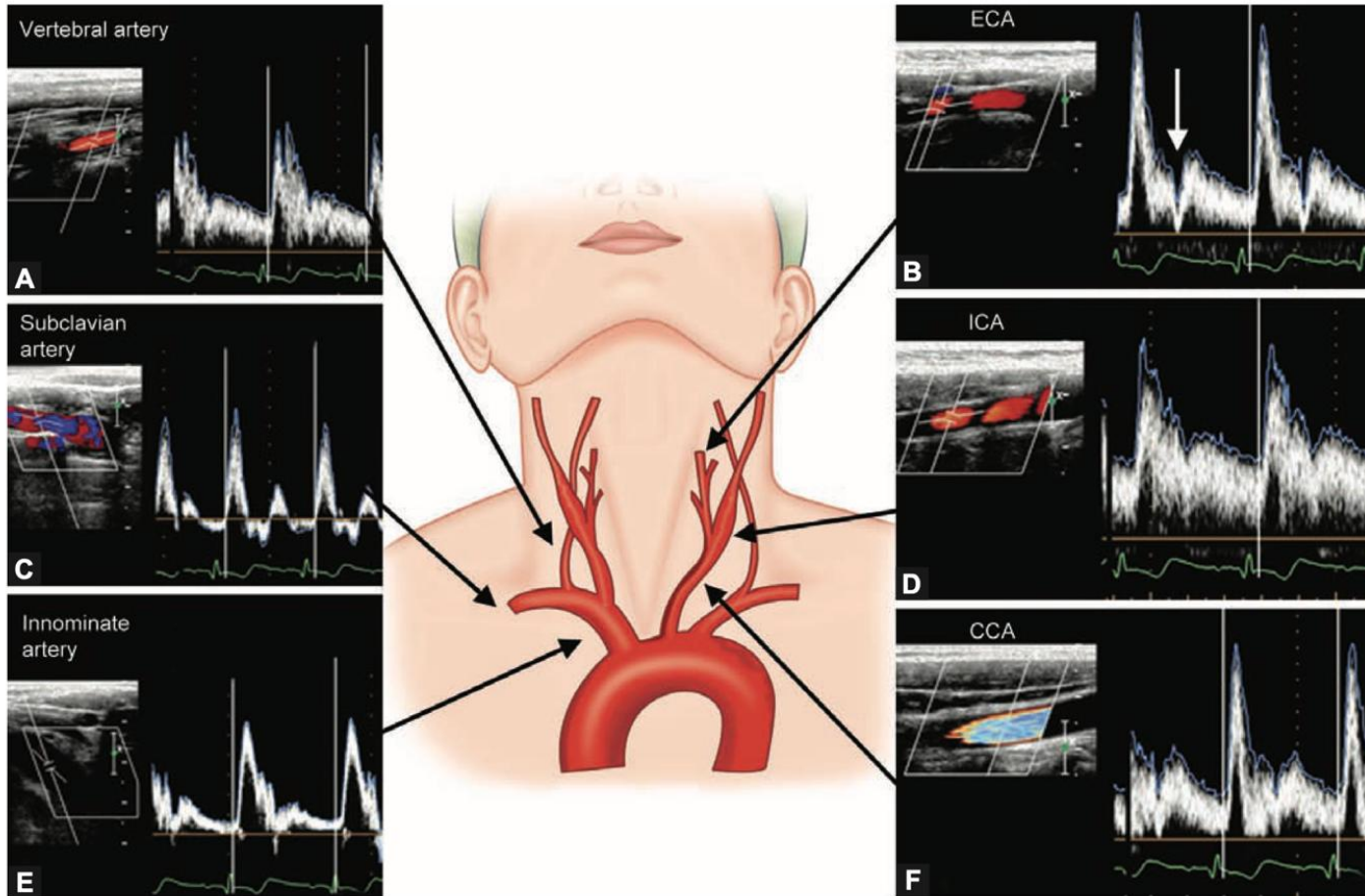
To summarize

- Rise in mPAP with altitude – negative correlation with SpO₂, Hbmass, Hct, Visco
 - Inter-individual variability ++
- Right heart :
 - Right atrium distension correlated with mPAP
 - ((Right ventricle distension with altitude))
 - Mild systolic function alteration
- Left heart :
 - No significant remodeling with altitude
 - Normal systolic function, mild diastolic function alteration
- \searrow cardiac index (\searrow stroke volume) correlated with \searrow PV



Expedition 5300

Approche
cérébrovasculaire



Figs 33.12A to F: Cervical arteries Doppler spectral waveforms. The ICA and the vertebral artery exhibit a Doppler spectral waveform of low resistance, with significant diastolic flow as shown in (A and D); (B) High resistance spectral waveform of the external carotid artery, characterized by short reversal of flow (white arrow) after a sharp systolic stroke, followed by a lesser degree of forward diastolic flow. The Doppler tracing of CCA reflects the vascular bed of both the internal carotid and the external carotid arteries as shown in Panel F; (C) This is the typical triphasic waveform of the subclavian artery, characteristic of a high-resistance vascular bed (peripheral vessel); (E) The innominate artery Doppler tracing reflects the vascular bed of both the right subclavian artery and the right CCA. (CCA: Common carotid artery; ECA: External carotid artery; ICA: Internal carotid artery).

Courtesy: Illustration created by Melissa LoPresti and Robert Spencer, NYU).

Calcul du débit sanguin cérébral en ml/min :

$$= Q(ICA+VA)*2$$

$$Q = (0.5 \times \text{Peak envelope velocity}) \times (\pi \times (0.5 \times \text{Diameter})^2) \times 60.$$

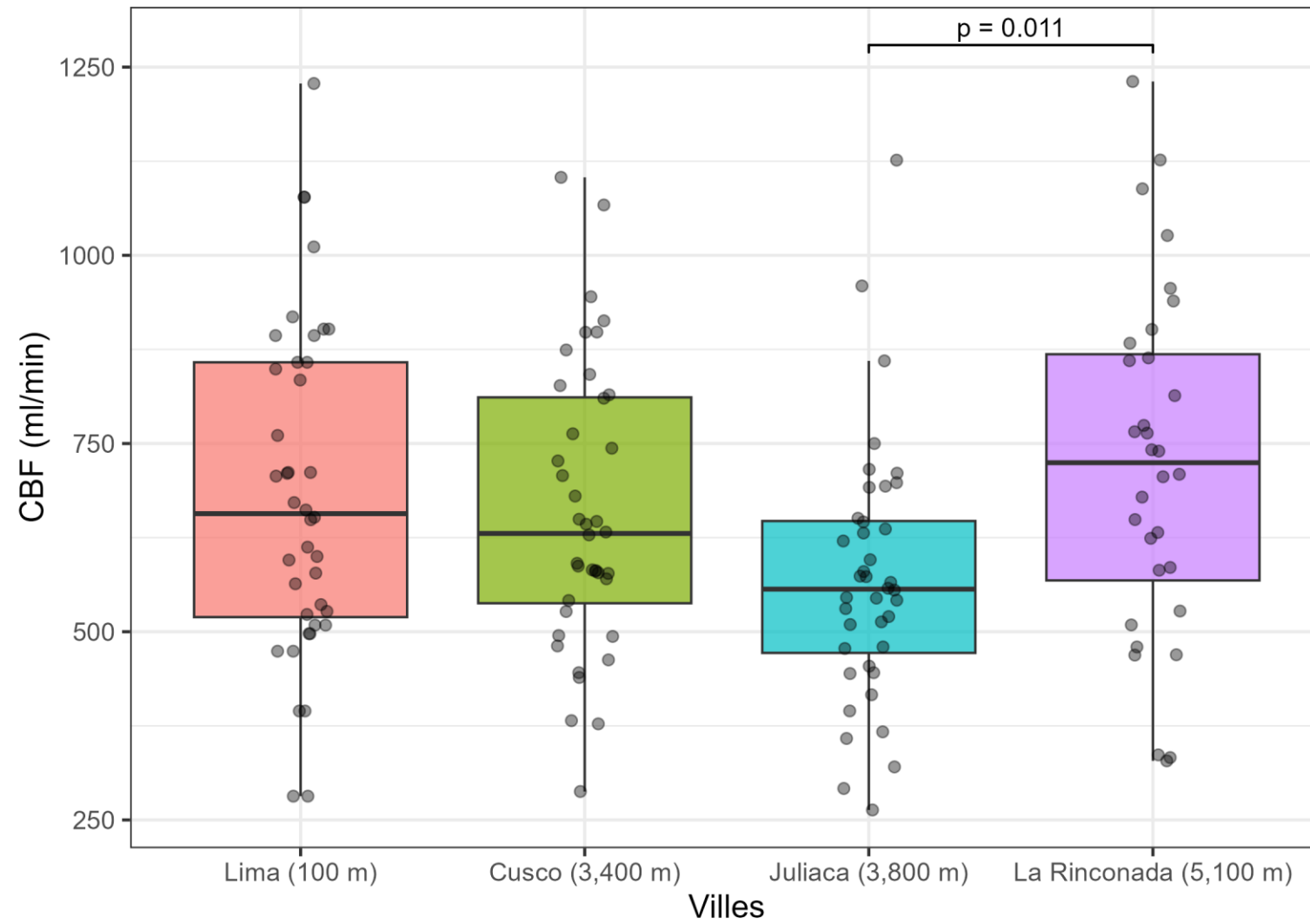
Statistiques :

ANOVA one-way

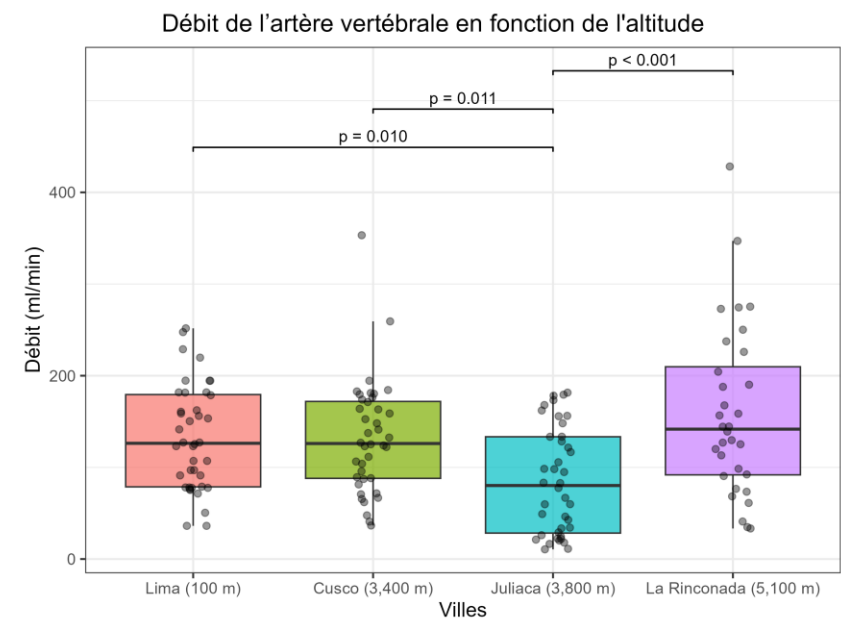
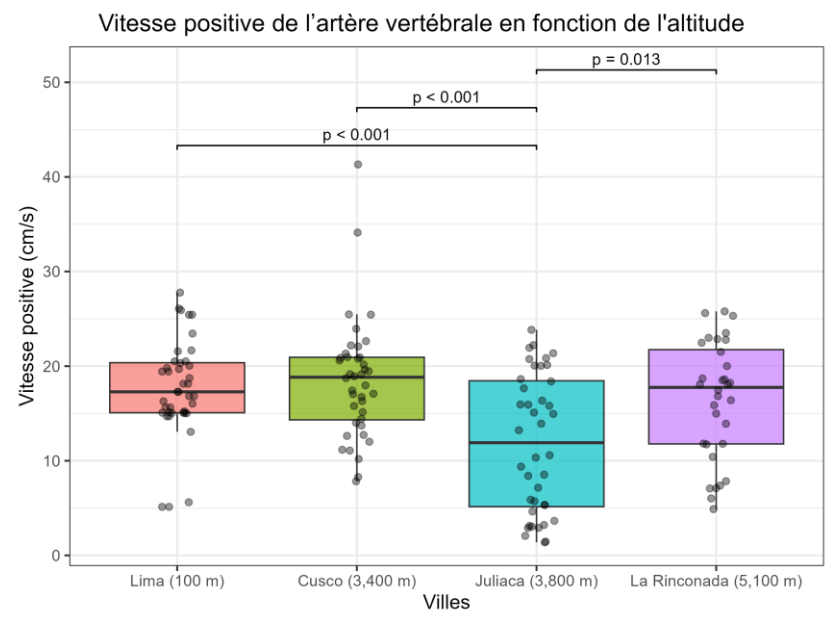
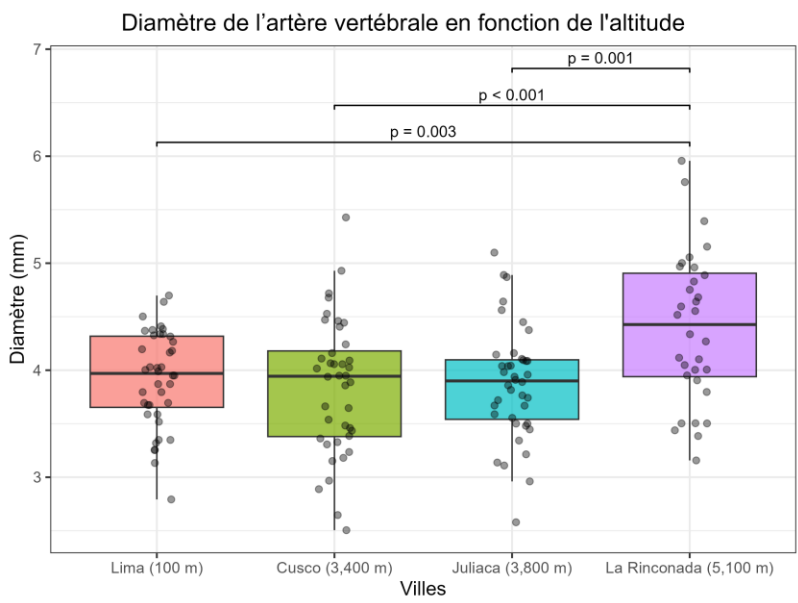
Post Hoc : Tukey (p : 0,05)

Résultat principal

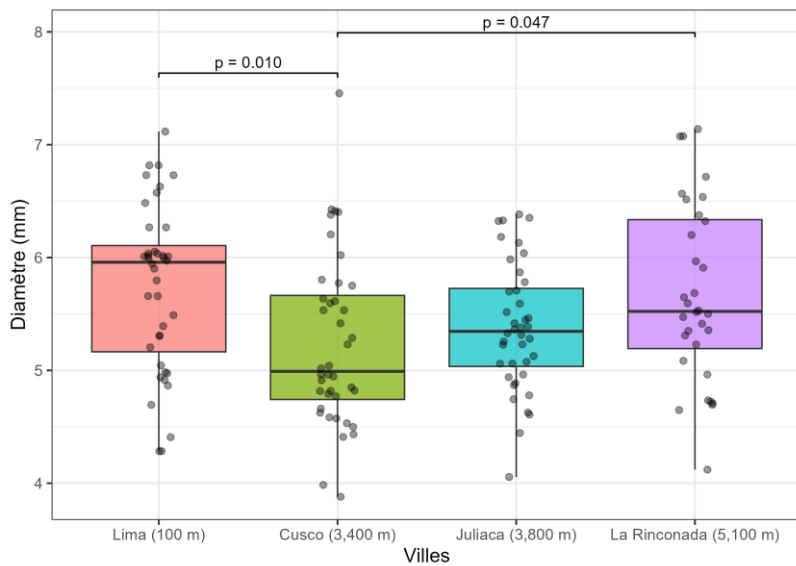
Débit sanguin cérébral total en fonction de l'altitude



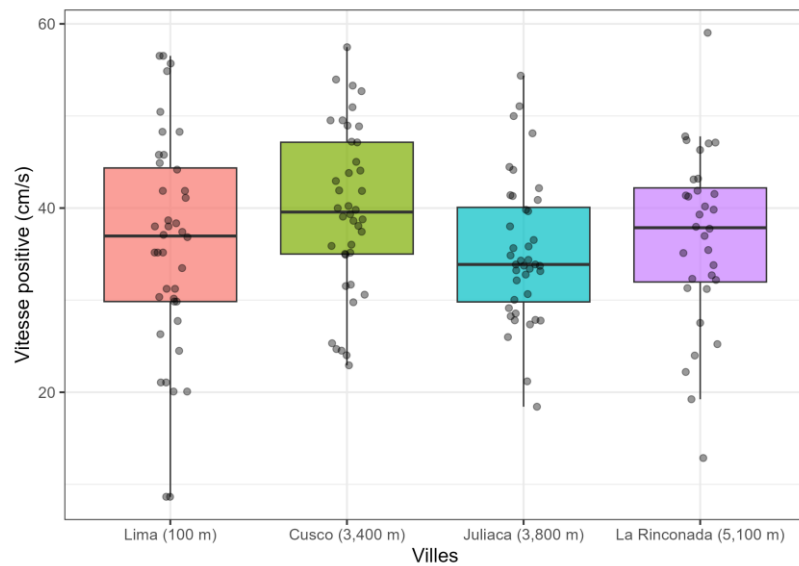
Résultats secondaires



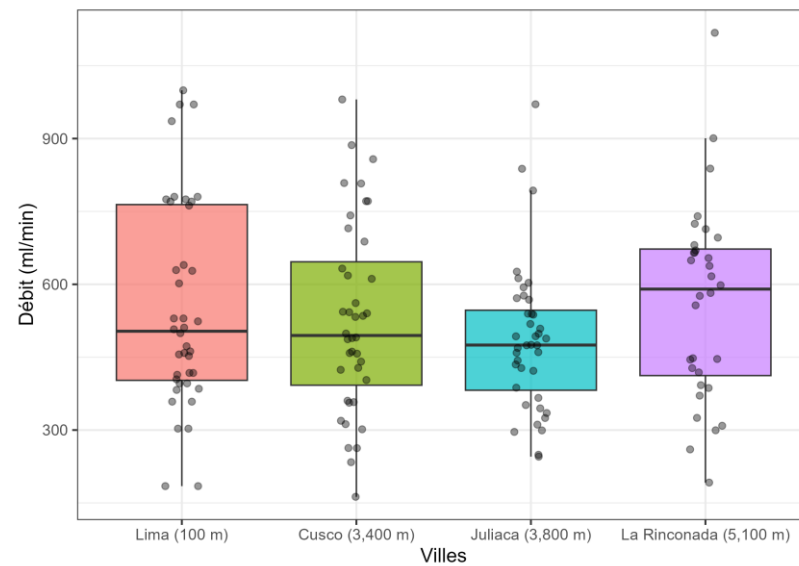
Diamètre de la carotide interne en fonction de l'altitude



Vitesse positive de la carotide interne en fonction de l'altitude



Débit de la carotide interne en fonction de l'altitude

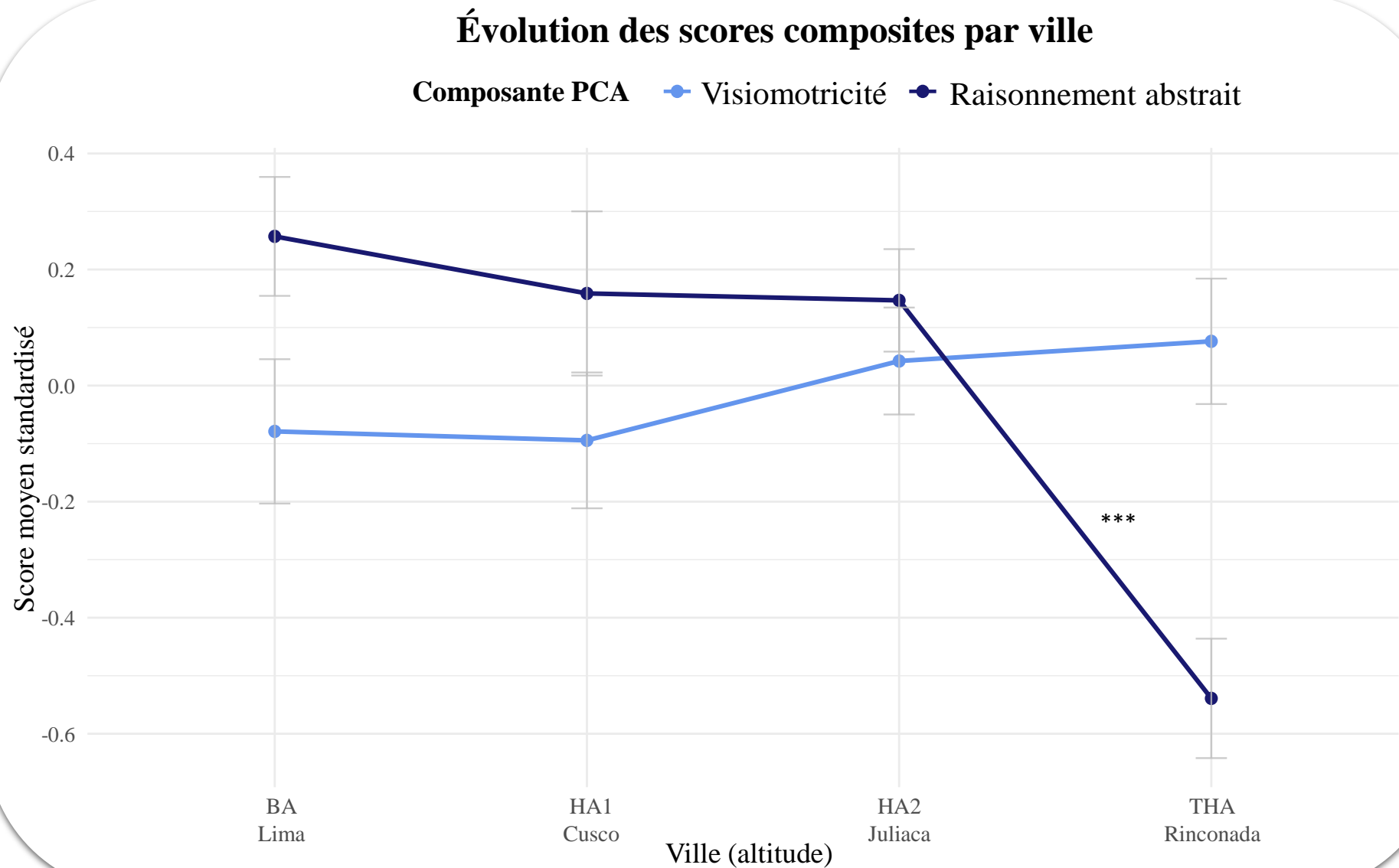




Expedition 5300

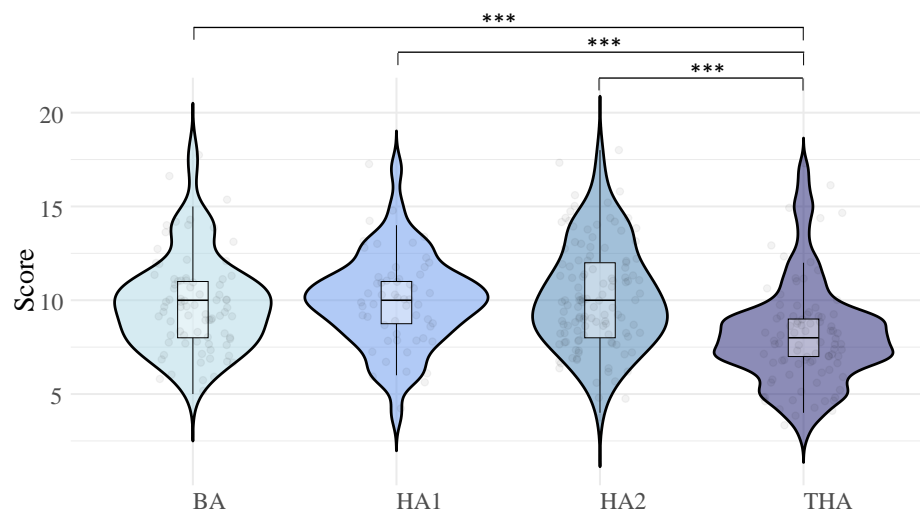
Evaluations
neurocognitives

Composantes principales



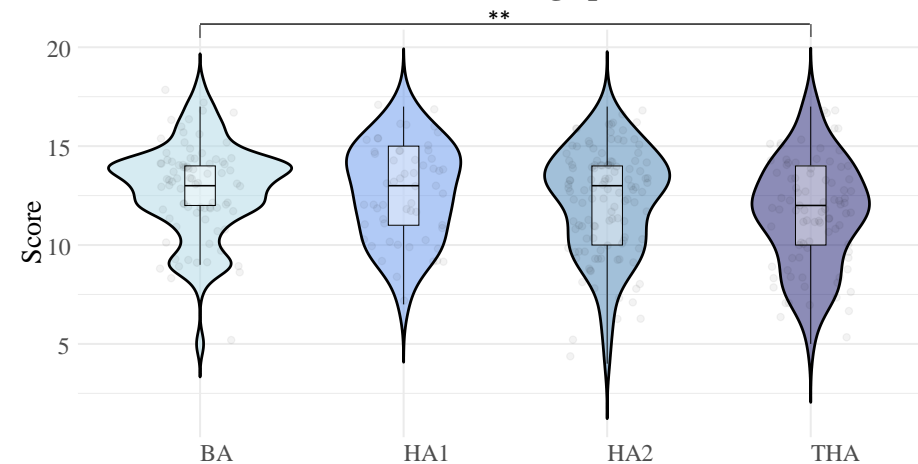
Note. Pour le *Raisonnement abstrait* THA est significative pour toutes les villes

Score de Matrice par ville



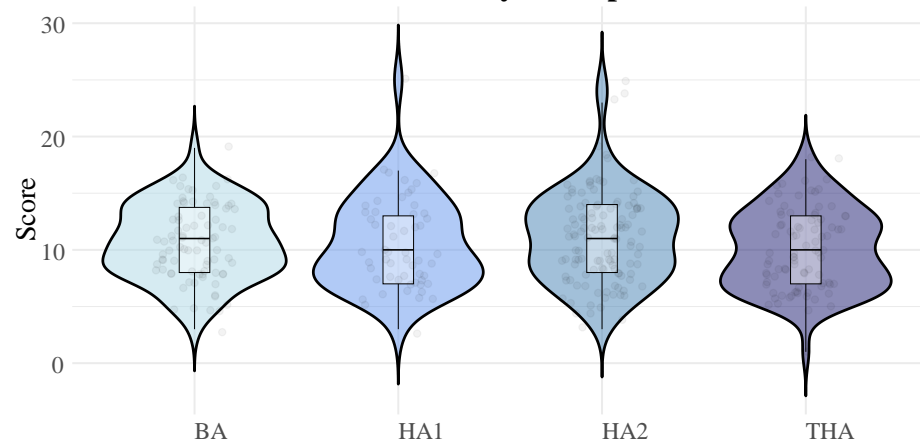
Altitude de la ville de résidence

Score de Barrage par ville



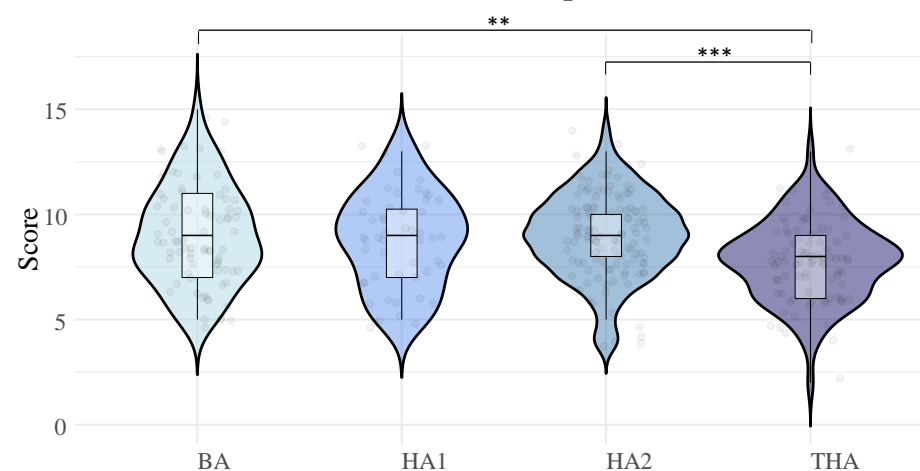
Altitude de la ville de résidence

Score de Labyrinthe par ville



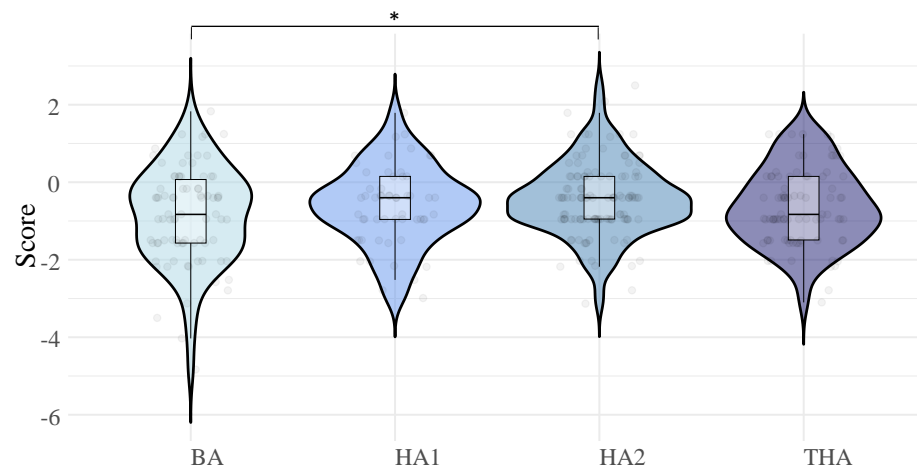
Altitude de la ville de résidence

Score de Code par ville



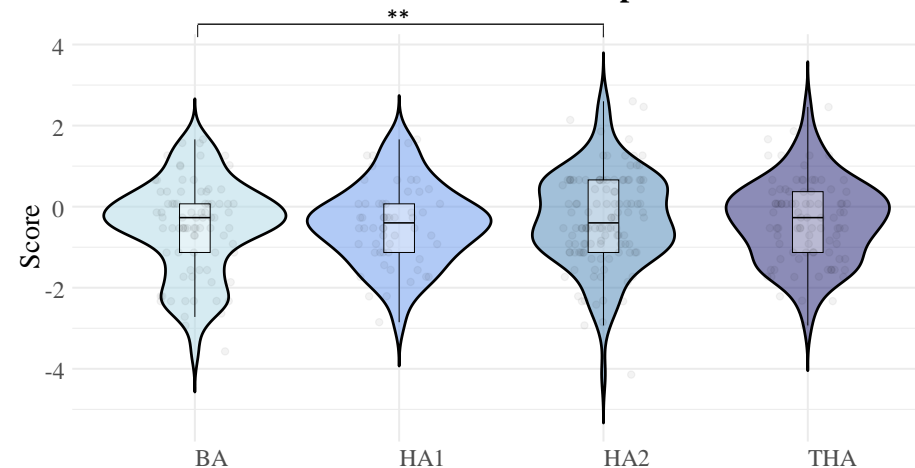
Altitude de la ville de résidence

Score de Main-non-dominante par ville



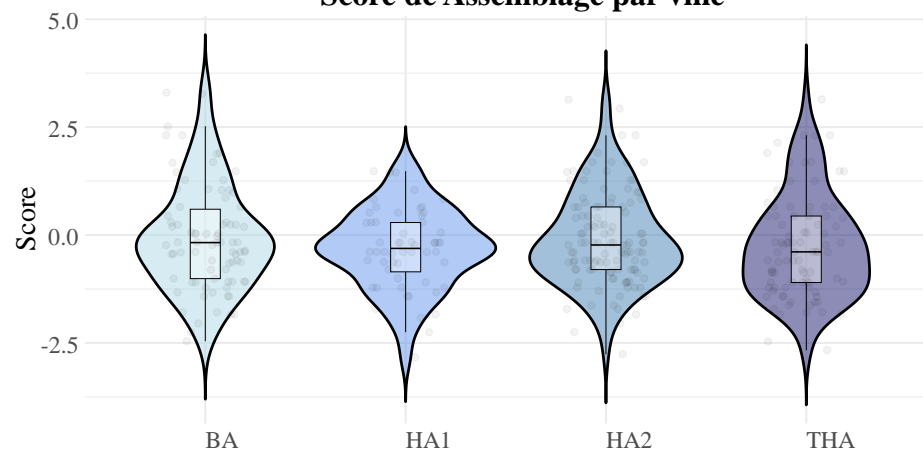
Significatif pour l'âge

Score de Main-dominante par ville



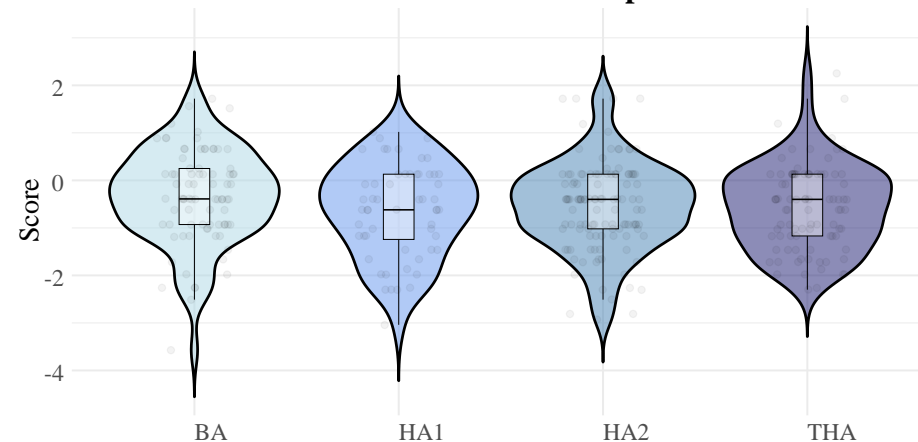
Altitude de la ville de résidence

Score de Assemblage par ville



Altitude de la ville de résidence

Score de Coordination par ville



Altitude de la ville de résidence

Autres variables

- Analyses réalisées avec covariable “*âge_mois*”

Possibles modérateurs

- Catégorie Socio-professionnelle père et mère
 - Distribution inégale, colinéarité avec l’altitude, ordre arbitraire
- Niveau d’éducation de la mère
 - Très corrélé et mal distribué entre villes ($p < .001$)
 - *Primaire, secondaire, supérieur*