

RAPPORT DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

N° 6.2.19

Concernant l'essai

Orniérage sur dispositif de grandes dimensions

Selon la norme

NF EN 12697-22 de février 2020



Établi le 25 mai 2021 par G. PIOT - Cellule Exécutive de l'EAPIC
Cerema IDF – Département Infrastructures Risques et Matériaux
120 route de Paris - BP 216 Sourdun
77487 PROVINS Cedex

Préambule

Après la série EAPIC 18 consacrée aux sols fins traités, il importait de revenir aux enrobés pour boucler une sorte de deuxième cycle d'essais de formulation : PCG, orniérage, module. Le compactage PCG et le module ayant chacun fait récemment l'objet d'une deuxième série EAPIC, l'essai d'orniérage — l'un des plus critiques pour les enrobés à formuler — s'est naturellement imposé, après une première série réalisée en 2009-2010. Votre participation est restée soutenue : 32 laboratoires pour cette série, contre 33 en 2010. Et si les conséquences de la récente pandémie ont décalé cette série de quelques mois en 2020, vous avez dans une très large majorité répondu dans les temps, et la publication du présent rapport n'est finalement décalée que de quelques mois par rapport au planning initial.

Cette série a été l'occasion d'évaluer la pratique de cet essai par les laboratoires dans un contexte technique marqué depuis dix ans à la fois par une diversification des matériels utilisés et une utilisation de plus en plus fréquente des agrégats d'enrobés. Ces deux éléments ont orienté les choix d'EAPIC dans l'organisation de la série qui vous a été proposée.

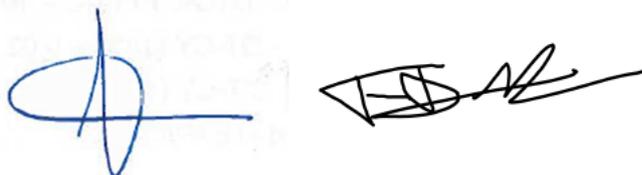
Tout d'abord, la formule d'enrobé proposée est voisine de celle de la première série, mais comporte 20 % d'agrégats d'enrobés, et une teneur en liant totale légèrement supérieure. Il en résulte une plage des résultats que vous nous avez transmis un peu inférieure à celle de 2010. Les valeurs de fidélité obtenues, meilleures qu'en 2010, doivent être lues en prenant en compte ce niveau de valeur, ainsi qu'une valeur de MVR commune à tous les laboratoires.

Ensuite, tout comme dans les dernières séries, le questionnaire qui accompagnait les résultats a permis la constitution d'une base de données anonyme, qui sera proposée à la Commission de Normalisation « Essais relatifs aux Chaussées ». Nous lui fournirons ainsi une matière à analyser — ce qui n'est pas le rôle d'EAPIC — en vue des révisions ultérieures des normes d'essais concernées.

Enfin, c'est maintenant presque une tradition : la traduction prochaine en anglais de ce rapport permettra la diffusion et l'utilisation de son contenu dans les échanges internationaux relatifs à l'essai d'orniérage.

Cordialement,

Pour EAPIC,



Michel SAUBOT & Frédéric DELFOSSE

Sommaire

Organisation de la session et recueil des données	4
Préparation et expédition des échantillons.....	6
Vérification de l'homogénéité des échantillons de granulats	8
Essais complémentaires pour la caractérisation des échantillons de bitume	9
Vérification de l'homogénéité des échantillons d'agrégats d'enrobés	10
Eléments statistiques	12
Traitement des données.....	13
• Détermination de la teneur en vides à partir de la Masse Volumique apparente géométrique (ρ_{bdim})	14
• Détermination de la profondeur d'ornièrè, sur dispositif de grandes dimensions	18
- Profondeur d'ornièrè à 300 cycles	19
- Profondeur d'ornièrè à 1 000 cycles	22
- Profondeur d'ornièrè à 3 000 cycles	25
- Profondeur d'ornièrè à 10 000 cycles	28
- Profondeur d'ornièrè à 30 000 cycles	31
Organisation de l'EAPIC.....	34
Annexes	35
• Bilan financier	36
• Granulométries des granulats.....	37
• Détermination de la teneur en vides au banc gamma	39
• Evolution moyenne de la profondeur d'ornièrè par laboratoire	42
• Profondeur d'ornièrè à 30 000 cycles, avec une teneur en vides géométrique comprise entre 5 et 8%.....	44
• Valeur de la teneur en liant des agrégats d'enrobés	45
• Tests de Mandel h et k	46

Organisation de la session et recueil des données

Des lots homogénéisés de constituants sont fournis aux laboratoires participants. Ceux-ci doivent déterminer :

- La masse volumique apparente géométrique ;
- Les pourcentages de profondeur d'ornièrè résultant de la moyenne des 2 valeurs issues de chaque éprouvette à 300 cycles (optionnel), 1 000 cycles, 3 000 cycles, 10 000 cycles et 30 000 cycles.

Et selon les normes :

- Détermination de la teneur en vides à partir de la masse volumique apparente géométrique selon la norme NF EN 12697-6 – Mode opératoire D de février 2020 ;
- Détermination de la profondeur d'ornièrè sur dispositifs de grandes dimensions selon la norme NF EN 12697-22 de février 2020.

La formule à fabriquer est adaptée par chaque laboratoire en fonction de sa valeur de la teneur en liant mesurée sur le lot d'agrégats d'enrobés transmis :

6,3/10	Valeur affinée selon la teneur en liant AE mesurée
2/6,3	20,00%
0/2	25,00%
AE	20,00%
Bitume d'apport	Valeur affinée selon la teneur en liant AE mesurée

La teneur en bitume totale doit être de 5,50%.

En exemple :

Pour une teneur en liant AE mesurée de 4,86%, la formule de fabrication est la suivante :

6,3/10	30,47%
2/6,3	20,00%
0/2	25,00%
AE	20,00%
Bitume d'apport	4,53%

Les plaques compactées doivent respecter la condition suivante : la teneur en vides doit être de $(6,5 \pm 1,5)$ % en mesure géométrique.

La valeur de masse volumique réelle de l'enrobé a été déterminée par le Groupe Spécialisé EAPIC et transmise à l'ensemble des laboratoires.

MVRe : 2,594 g/cm³

La campagne s'est déroulée de la façon suivante :

- Inscription des laboratoires de mi-novembre 2019 à mi-janvier 2020 ;
- Contexte sanitaire : mise à l'arrêt de la série entre les mois de mars et juin 2020 ;
- Confirmation d'inscription des laboratoires et engagement de la série en juin 2020 ;
- Expédition des échantillons début novembre 2020 ;
- Transmission des résultats des laboratoires participants au plus tard le 15 janvier 2021.

Le nombre de participants inscrits à cette série est de 32 laboratoires.

90% des résultats ont été transmis dans le respect du délai.

Les demandes de délais supplémentaires transmises à la Cellule Exécutive EAPIC ont été acceptées jusqu'au 28/02/2021.

31 participants ont transmis leurs résultats.

- Production du rapport de présentation des résultats pour mai 2021.

Préparation et expédition des échantillons

Laboratoire Support : Cerema Ouest - Département Laboratoire d'Angers

Les matériaux

Chaque participant a reçu une palette avec les quantités de matériaux nécessaires à la réalisation de ses essais.

Chaque palette est composée des matériaux suivants :

- 2 sacs de 25 kg de 6,3/10 ;
- 2 sacs de 25 kg de 2/6,3 ;
- 2 sacs de 25 kg de 0/2 ;
- 2 sacs de 25 kg d'agrégats d'enrobés (3 sacs pour les laboratoires ayant inscrit 2 ornières) ;
- 1 pot de 10 kg de bitume



Les granulats proviennent d'un stock unique. Chaque fraction granulaire a fait l'objet d'une vérification de l'homogénéité par le Laboratoire Support Cerema Centre Est - Département Laboratoire d'Autun (voir page 8 et en annexe).

Le bitume provient d'un lot unique de fabrication. Les pots ont fait l'objet de contrôles des caractéristiques suivantes : pénétrabilité, TBA (réalisés par le Laboratoire Support Cerema Ouest - Département Laboratoire d'Angers) et G* (réalisé par le Cerema Med - Département Laboratoire d'Aix-en-Provence) (voir page 9).

Les agrégats d'enrobés proviennent d'un stock de référence. Ils ont fait l'objet d'une vérification d'homogénéité de la teneur en liant par le Laboratoire Support Cerema Ouest - Département Laboratoire d'Angers (voir page 10).

Préparation

Pour réaliser cette série, le Cerema Ouest - Département Laboratoire d'Angers a réceptionné et alloté :

- 96 sacs de 25 kg de 6,3/10 ;
- 96 sacs de 25 kg de 2/6,3 ;
- 96 sacs de 25 kg de 0/2 ;
- 72 sacs de 25 kg d'agrégats d'enrobés ;
- 60 pots de 10 kg de bitume.



Expédition des matériaux

L'envoi des matériaux a été réalisé par le Cerema Ouest - Département Laboratoire d'Angers.

L'ensemble des sacs et pots nécessaires pour mener la série a été mis en place sur palette avant expédition. Seuls les envois aux participants hors métropole ont été réalisés dans des caisses en bois (du fait du transport bateau).

Vérification de l'homogénéité des échantillons de granulats

Laboratoire Support : Cerema Centre Est - Département laboratoire d'Autun

Afin de vérifier que l'ensemble des échantillons granulaires est bien homogène, il est appliqué les dispositions de l'annexe B de la norme ISO 13528 d'octobre 2015 (version corrigée française de décembre 2016) qui donne une méthode statistique utilisée dans les essais d'aptitude par comparaison inter-laboratoires. Cette annexe s'appuie sur la comparaison de l'écart-type inter-échantillon S_s à l'écart-type pour l'évaluation de l'aptitude σ_{PT} . Les échantillons sont considérés comme répondant au critère d'homogénéité si $S_s \leq 0,3 \times \sigma_{PT}$.

Le critère d'homogénéité retenu par la Cellule Exécutive EAPIC est la masse volumique réelle pré-séchée des granulats, déterminée selon la norme NF EN 1097-6 annexe A, de janvier 2014.

Pour chaque sac, les valeurs de l'écart-type inter-échantillon sont comparées à l'estimation du critère d'homogénéité $0,3 \times \sigma_{PT}$.

	MVR 0/2	MVR 2/6,3	MVR 6,3/10
Moyenne	2,818	2,850	2,859
Origine de r et R	EAPIC 5ème Campagne	NF EN 1097-6	NF EN 1097-6
r	0,022	0,019	0,019
R	0,074	0,042	0,042
$0,3 \times \sigma_{PT}$	0,008	0,004	0,004
Ecart-type Inter-échantillons S_s	0,001	0,003	0,003
Validation $S_s \leq 0,3 \times \sigma_{PT}$	condition vérifiée	condition vérifiée	condition vérifiée

Pour chacun des tests, le critère est satisfait.

On peut donc conclure que les échantillons granulaires sont homogènes.

Essais complémentaires pour la caractérisation des échantillons de bitume

Laboratoire Support : Cerema Ouest - Département laboratoire d'Angers

Des essais complémentaires ont été menés sur les échantillons de bitume neuf afin de vérifier ses caractéristiques et son homogénéité :

- La pénétrabilité à l'aiguille, déterminée selon la norme NF EN 1426 de janvier 2018 ;
- Le point de ramollissement, déterminé selon la norme NF EN 1427 de janvier 2018 ;
- Le module dynamique G^* , déterminé à 15°C et 10 Hz selon la norme NF EN 14770 d'août 2012.

Les résultats de ces essais sur 5 pots sélectionnés au hasard sont indiqués dans la tableau suivant :

	1	2	3	4	5	Moyenne	Maxi - Mini	r (norme)
Pénétrabilité sur liant neuf (0,1 mm)	57	57	58	57	57	57,2	1	2
TBA sur liant neuf (°C)	47,8	48,2	47,4	48,4	48,4	48,04	1	1
G^* (MPa) sur liant neuf	22,6	25,6	25,3	27,1	25,5	25,2	4,5	/ (*)

(*) Pour le module G^* il n'existe pas de données de répétabilité à 15°C – 10 Hz.

On constate que la répétabilité calculée pour les essais de pénétrabilité et TBA est inférieure au critère de répétabilité de la norme.

Vérification de l'homogénéité des échantillons d'agrégats d'enrobés

Laboratoire Support : Cerema Ouest - Département laboratoire d'Angers

Afin de vérifier que l'ensemble des échantillons d'agrégats d'enrobés est bien homogène, il est appliqué les dispositions de l'annexe B de la norme ISO 13528 d'octobre 2015 (version française corrigée de décembre 2016) qui donne une méthode statistique utilisée dans les essais d'aptitude par comparaison inter-laboratoires. Cette annexe s'appuie sur la comparaison de l'écart-type inter-échantillons s_s à l'écart-type pour l'évaluation de l'aptitude σ_{pt} .

Les échantillons sont considérés comme répondant au critère d'homogénéité si $s_s \leq 0,3 \times \sigma_{pt}$.

Il y a également un critère assoupli avec σ'_{pt} qui est calculé à partir de σ_{pt} et s_s .

Le critère d'homogénéité retenu par la Cellule Exécutive EAPIC est la teneur en liant des agrégats d'enrobés.

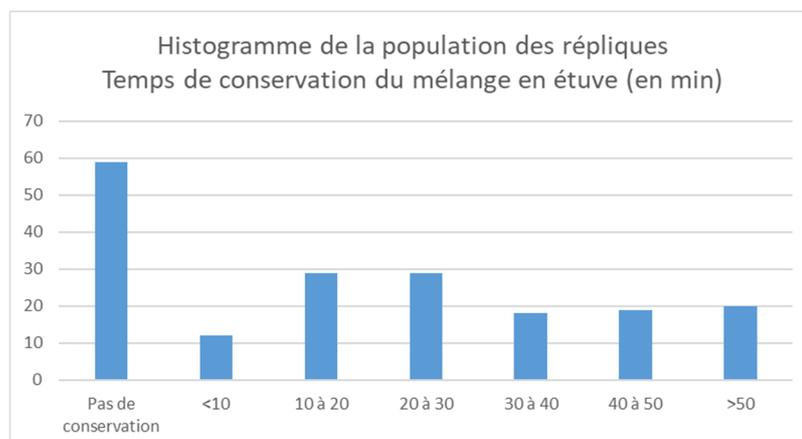
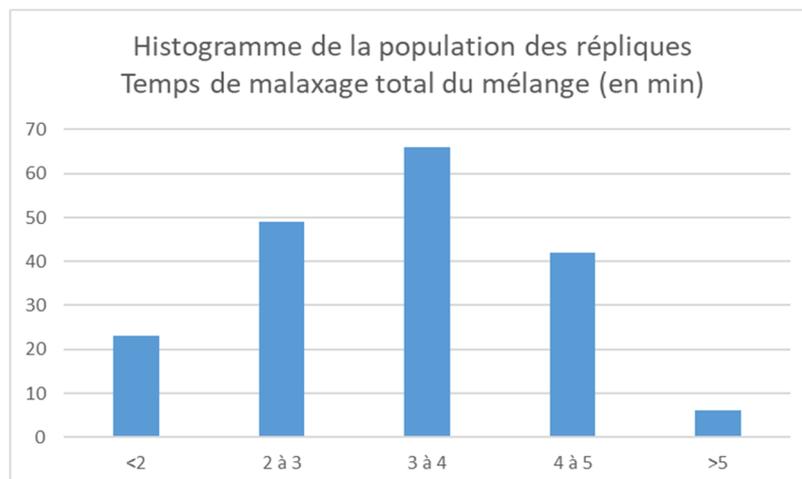
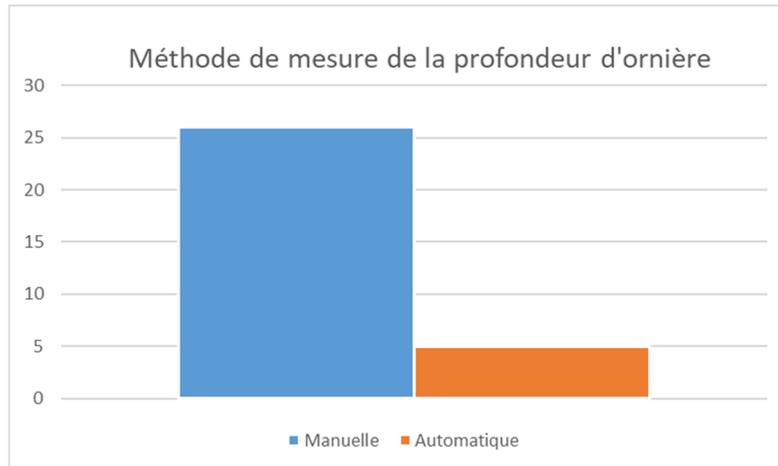
	Critère ISO 13528 (2015)	Critère assoupli ISO 13528 (2015) avec σ'_{pt}
Moyenne	4,856	
Origine de r et R	EAPIC 1.4.10	
r	0,500	
R	0,300	
$0,3 \times \sigma_{pt}$	0,0046	0,120
Ecart-type Inter-échantillons s_s	0,368	0,368
Validation $s_s \leq 0,3 \times \sigma_{pt}$	condition non vérifiée	condition non vérifiée

Dans les 2 cas, l'homogénéité n'est pas vérifiée. En conséquence, une consigne sera donnée aux participants afin d'homogénéiser leurs lots d'agrégats, et de déterminer la teneur en liant de celui-ci pour adapter la formule donnée vis-à-vis de la teneur en liant totale de l'enrobé.

Pour information, des essais de pénétrabilité, température bille anneau et G^* ont été effectués sur les agrégats d'enrobés. Vous trouverez ci-dessous les valeurs obtenues :

	1	2	3	4	5	Moyenne
Pénétrabilité sur liant issu des AE (0,1 mm)	10	9	7	8	7	8,2
TBA sur liant issu des AE (°C)	74,4	74,4	74 ,4	73,8	74,6	74,32
G^* (MPa) sur liant issu des AE	153	141	142	170	122	146

Éléments statistiques



Traitement des données

Le traitement des données s'appuie sur la série des normes NF ISO 5725 « Application de la statistique – Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesures ». Le traitement est effectué à l'aide d'un tableau Excel. Les résultats sont ensuite vérifiés à l'aide du logiciel XLSTAT.

Représentation graphique

Les résultats bruts sont représentés sous forme d'histogrammes qui expriment les résultats obtenus par les laboratoires participants. Les moyennes brutes et corrigées (après retrait des résultats aberrants) sont placées sur le graphique.

Tests statistiques

Les tests statistiques suivants sont appliqués aux résultats bruts :

- variabilité intra-laboratoire (test de Cochran) : détection de la dispersion aberrante, au sens statistique des résultats dans un laboratoire ;
- variabilité inter-laboratoire (test de Grubbs simple ou éventuellement double) : détection des moyennes aberrantes, parmi la population des laboratoires ;
- tests de Mandel h et k (représentation en annexes) : identification des différences aux niveaux des échantillons, la statistique h au niveau de la moyenne et la statistique k au niveau de la variance.

Les résultats dépassant la valeur critique à 1% sont déclarés aberrants et écartés du traitement statistique qui ne retient que les données corrigées.

Z-Score

Le Z-Score, calculé selon la norme NF ISO 13528 d'octobre 2015, désigne le nombre d'écart-types qui se trouve au-dessus ou en dessous de la moyenne de la population.

Le Z-Score est calculé à partir de la formule suivante.

$$z = (|X - \mu| / \sigma)$$

où :

z est le z-score

X est la moyenne du laboratoire

μ est la moyenne de la population brute

σ est l'écart-type de la population brute

***Détermination de la teneur en vides à partir
de la Masse Volumique apparente
géométrique (ρ_{bdim})^(*)***

(*) selon la norme NF EN 12697-6 – Mode opératoire D

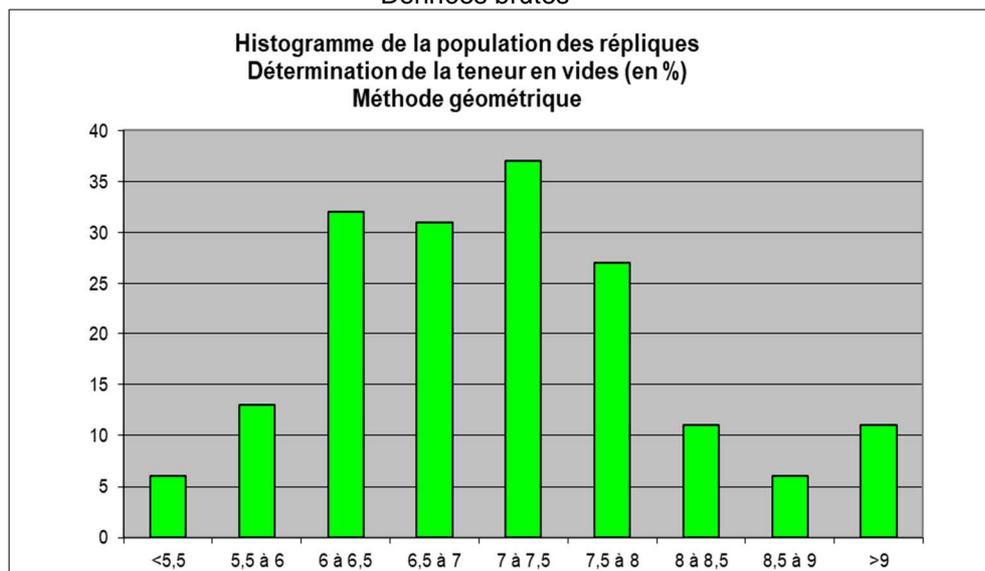
Détermination de la teneur en vides

Valeur visée : entre 5 et 8%

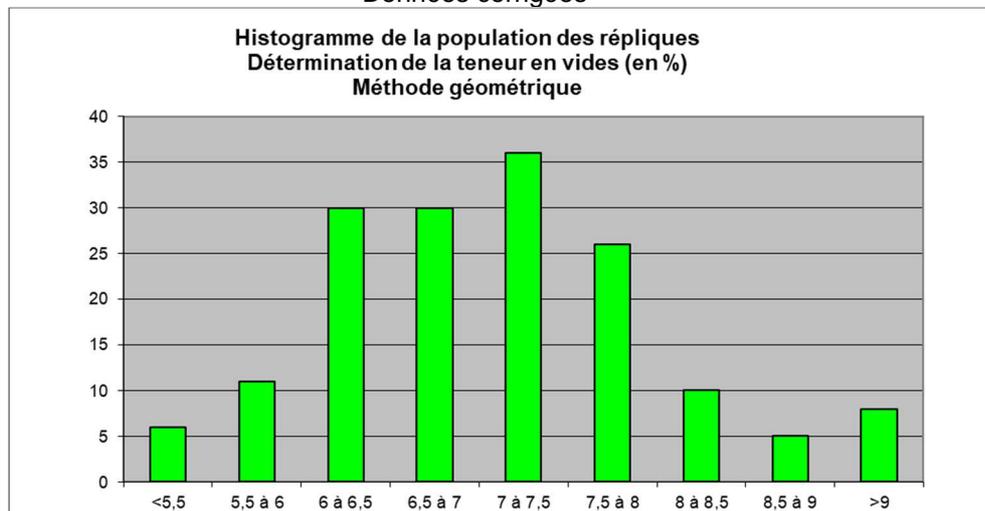
Représentations graphiques

		Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Norme (NF EN 12697-6, selon le mode opératoire B)
En %	Nombre de résultats pris en compte	29	Cochran : ORN-6 ORN-7	27	r = 1,1 R = 2,2
	Moyenne m	7,179		7,133	
	écart-type répétabilité	0,630		0,422	
	répétabilité r	1,764		1,181	
	écart-type reproductibilité	1,148		1,065	
	reproductibilité R	3,214		2,983	

Données brutes

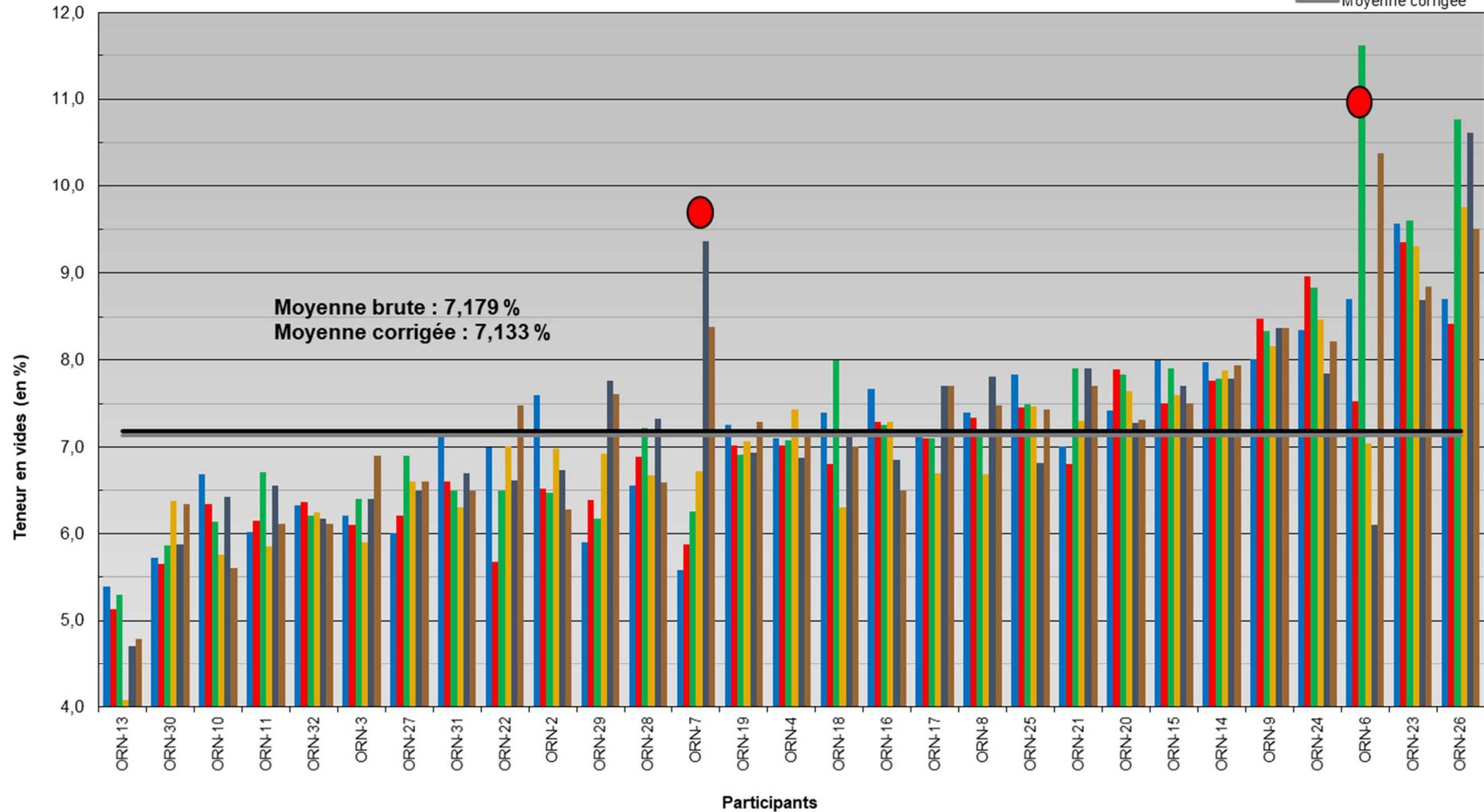


Données corrigées



Campagne EAPIC N°6- Session 2 - Série 19
Détermination de la teneur en vides (en %)
Méthode géométrique

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test Grubbs (inter-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4
- Réplique 5
- Réplique 6
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée



Écarts à la moyenne et valeurs de Z-score sur les données brutes

Écart inférieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-16	0,04	0,03
ORN-18	0,06	0,05
ORN-4	0,07	0,06
ORN-17	0,07	0,06
ORN-19	0,10	0,09
ORN-8	0,13	0,12
ORN-7	0,15	0,13
ORN-25	0,23	0,20
ORN-21	0,25	0,22
ORN-28	0,31	0,27
ORN-20	0,38	0,33
ORN-29	0,39	0,34
ORN-2	0,41	0,36
ORN-22	0,47	0,41
ORN-15	0,52	0,45
ORN-31	0,55	0,48
ORN-14	0,67	0,59
ORN-27	0,71	0,62
ORN-3	0,86	0,75
ORN-32	0,94	0,82
ORN-11	0,95	0,82
ORN-10	1,02	0,89
ORN-9	1,11	0,97

Écart supérieur à 1 écart-type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-30	1,21	1,05
ORN-24	1,26	1,10
ORN-6	1,38	1,20
ORN-23	2,05	1,78
ORN-13	2,28	1,99

Écart supérieur à 2 écarts-types

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-26	2,45	2,13

Détermination de la profondeur d'ornière, sur dispositif de grandes dimensions (*)

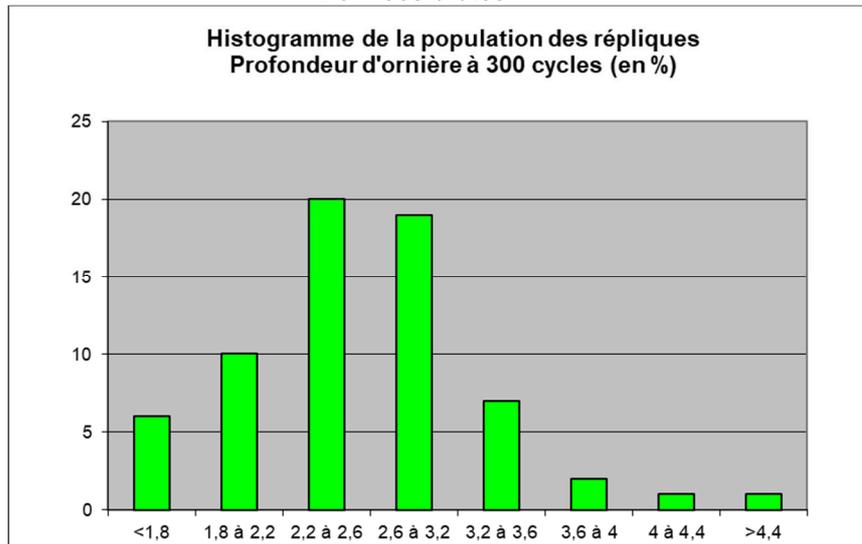
(*) selon la norme NF EN 12697-22 de février 2020

Profondeur d'ornière à 300 cycles

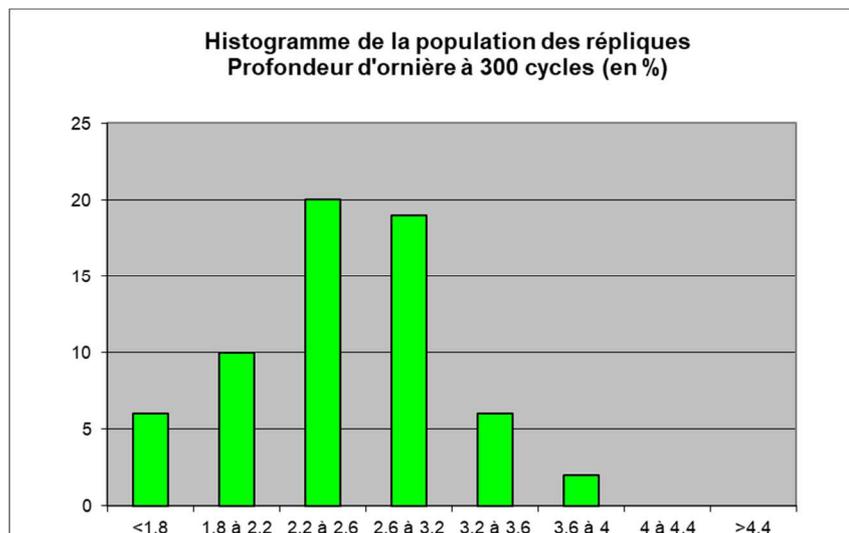
Représentations graphiques

		Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées
En %	Nombre de résultats pris en compte	22	Cochran : ORN-3	21
	Moyenne m	2,632		2,550
	écart-type répétabilité	0,263		0,203
	répétabilité r	0,736		0,569
	écart-type reproductibilité	0,706		0,591
	reproductibilité R	1,976		1,654

Données brutes

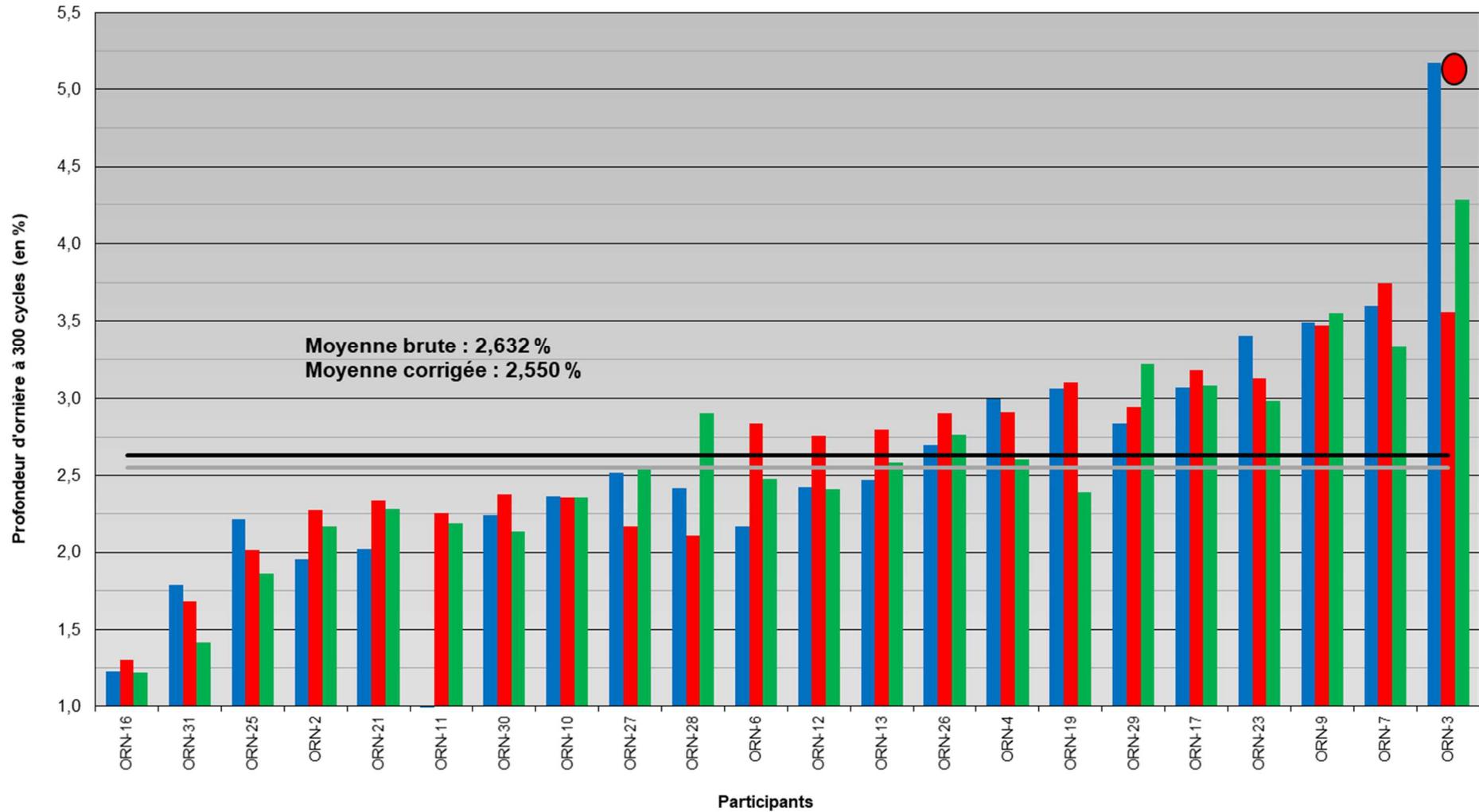


Données corrigées



Campagne EAPIC N°6- Session 2 - Série 19
Profondeur d'ornièrre à 300 cycles (en %)

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test Grubbs (inter-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée



Écarts à la moyenne et valeurs de Z-score sur les données brutes

Écart inférieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-13	0,01	0,02
ORN-12	0,10	0,14
ORN-6	0,14	0,19
ORN-26	0,15	0,22
ORN-28	0,16	0,22
ORN-4	0,20	0,29
ORN-19	0,22	0,31
ORN-27	0,22	0,32
ORN-10	0,27	0,38
ORN-29	0,37	0,52
ORN-30	0,38	0,54
ORN-11	0,41	0,58
ORN-21	0,42	0,59
ORN-17	0,48	0,67
ORN-2	0,50	0,71
ORN-23	0,54	0,76
ORN-25	0,60	0,85

Écart supérieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-9	0,87	1,23
ORN-7	0,93	1,31
ORN-31	1,00	1,41
ORN-16	1,38	1,95

Écart supérieur à 2 écarts types

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-3	1,70	2,40

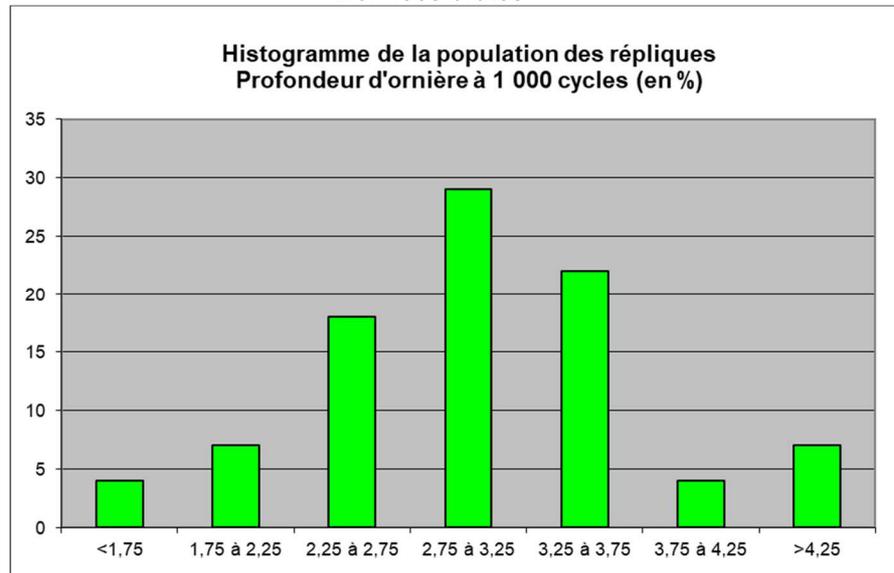
Profondeur d'ornière à 1 000 cycles

Représentations graphiques

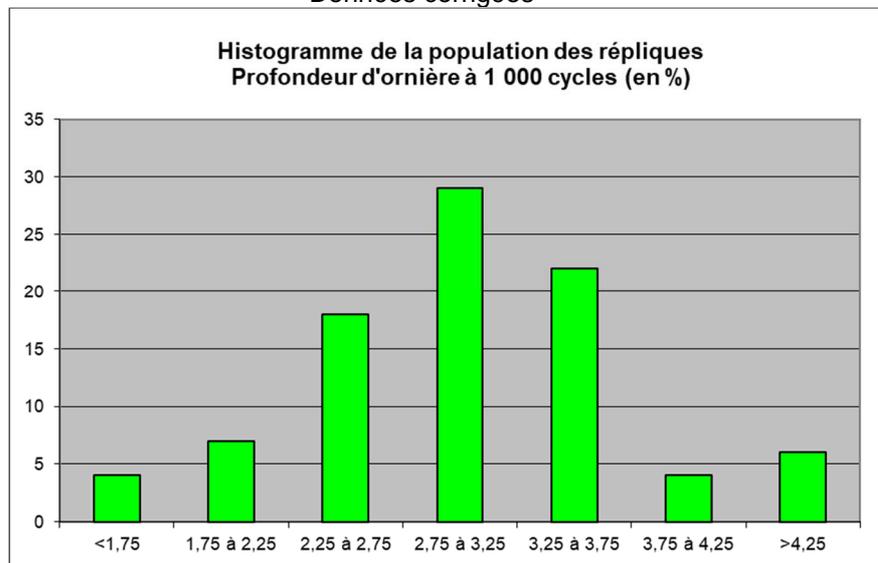
		Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Norme NF EN 12697-22 (*)
En %	Nombre de résultats pris en compte	31	Cochran : ORN-3	30	r = 1,05
	Moyenne m	3,090		3,017	
	écart-type répétabilité	0,309		0,258	
	répétabilité r	0,864		0,721	R = 1,32
	écart-type reproductibilité	0,803		0,689	
	reproductibilité R	2,248		1,930	

(*) Valeurs de fidélité obtenues sur éprouvettes fournies par le laboratoire organisateur

Données brutes

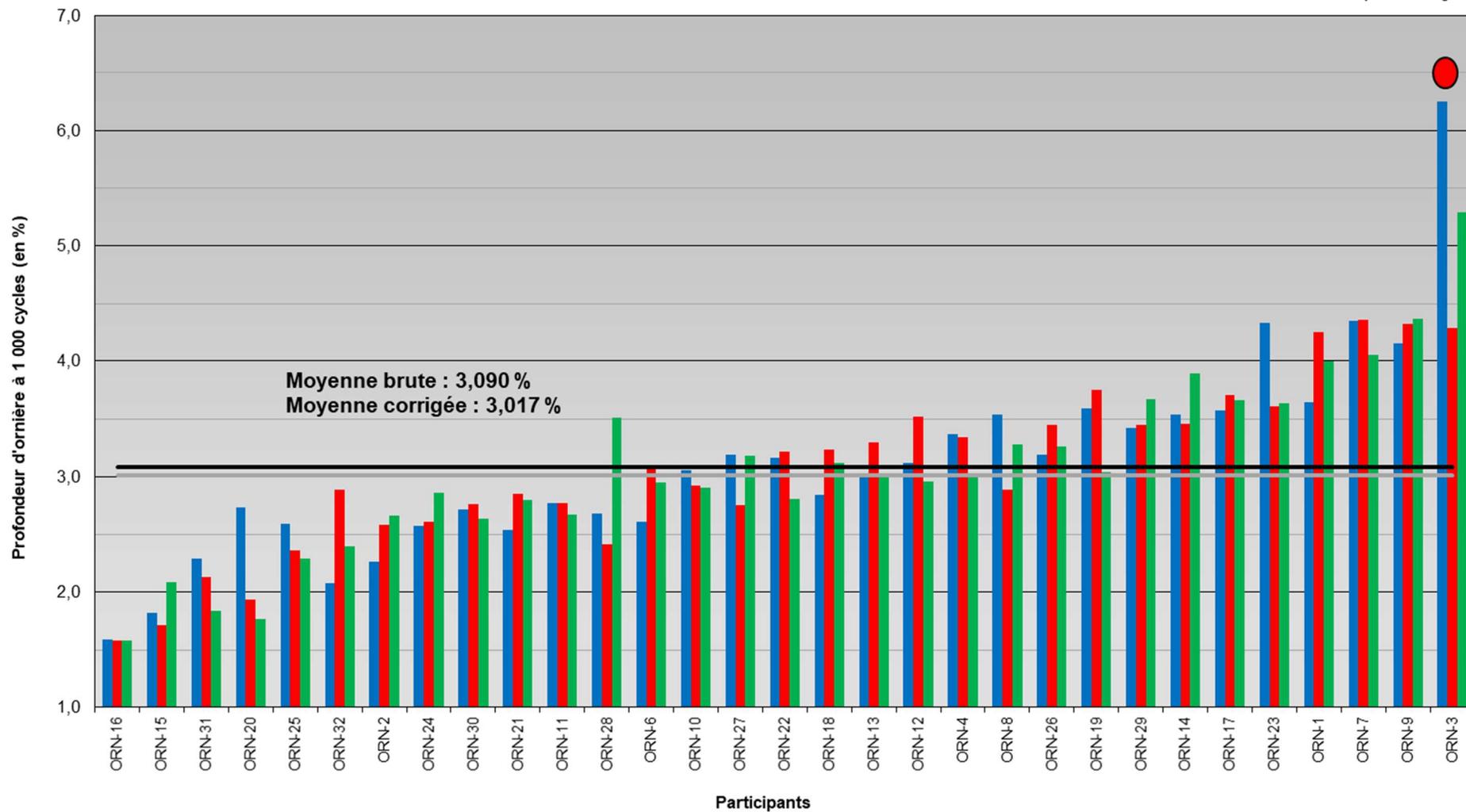


Données corrigées



Campagne EAPIC N°6- Session 2 - Série 19
Profondeur d'ornièrre à 1 000 cycles (en %)

- Répliche 1
- Répliche 2
- Répliche 3
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée
- Test Cochran (intra-laboratoire)
- ▭ Test Grubbs (inter-laboratoire)



Écarts à la moyenne et valeurs de Z-score sur les données brutes

Écart inférieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-18	0,02	0,03
ORN-22	0,03	0,03
ORN-13	0,03	0,03
ORN-27	0,05	0,06
ORN-12	0,11	0,14
ORN-10	0,13	0,16
ORN-4	0,15	0,18
ORN-8	0,15	0,18
ORN-6	0,21	0,26
ORN-26	0,21	0,26
ORN-28	0,22	0,28
ORN-11	0,35	0,43
ORN-21	0,36	0,44
ORN-19	0,37	0,46
ORN-30	0,39	0,48
ORN-24	0,41	0,51
ORN-29	0,42	0,53
ORN-14	0,54	0,67
ORN-17	0,55	0,69
ORN-2	0,59	0,73
ORN-32	0,64	0,79
ORN-25	0,68	0,84
ORN-23	0,77	0,95

Écart supérieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-1	0,87	1,09
ORN-20	0,94	1,18
ORN-31	1,00	1,25
ORN-7	1,17	1,45
ORN-9	1,19	1,49
ORN-15	1,21	1,51
ORN-16	1,50	1,87

Écart supérieur à 2 écarts types

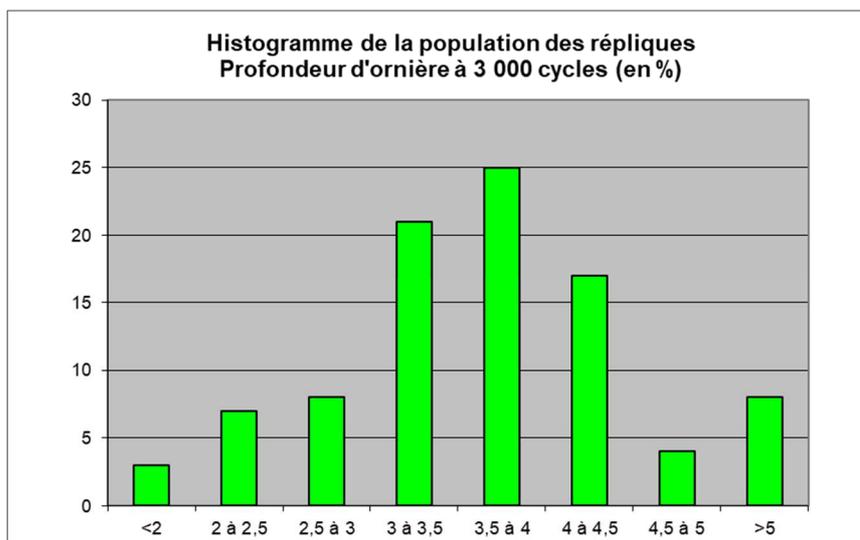
Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-3	2,18	2,72

Profondeur d'ornière à 3 000 cycles

Représentations graphiques

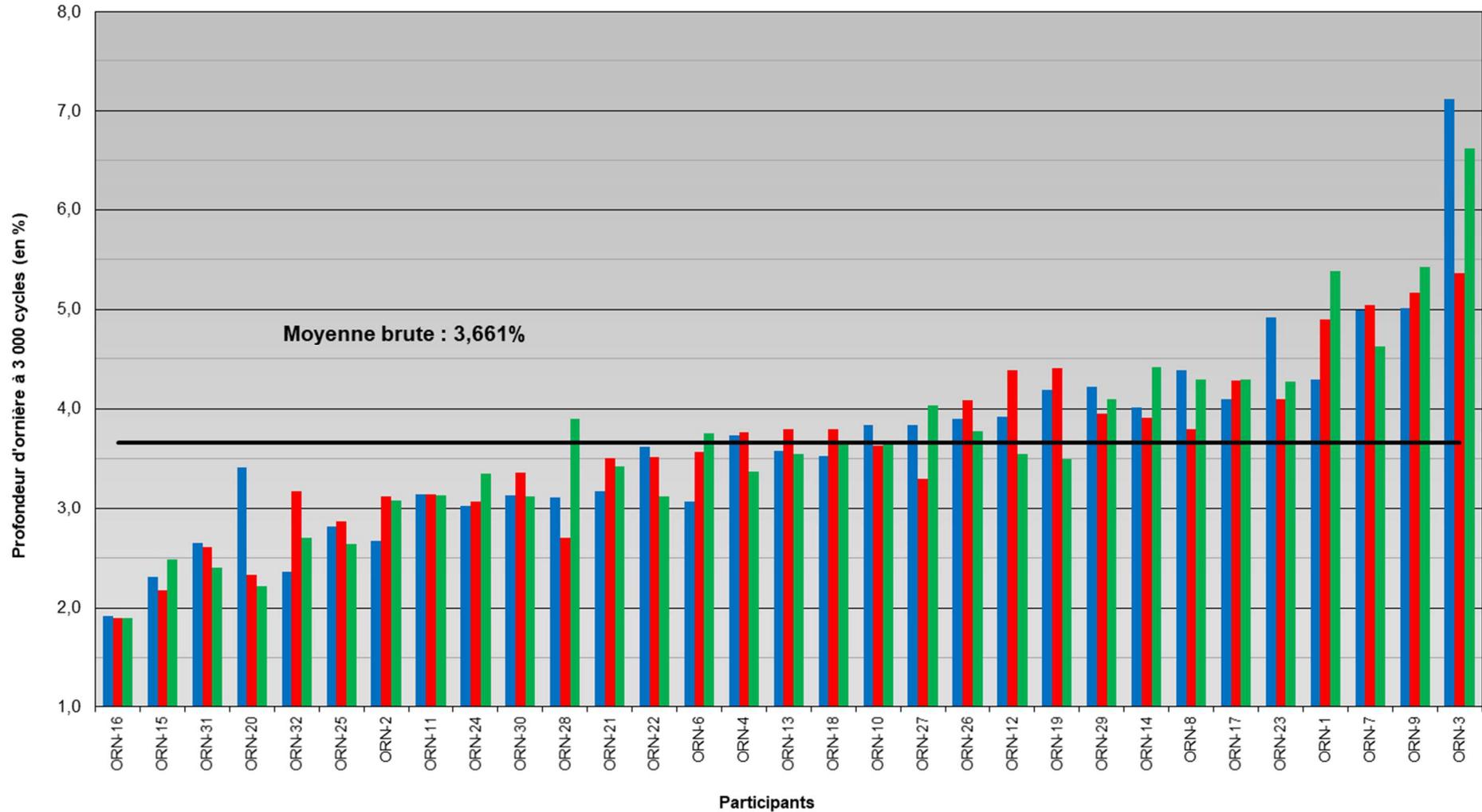
		Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques
En %	Nombre de résultats pris en compte	31	Aucun
	Moyenne m	3,661	
	Ecart-type répétabilité	0,342	
	Répétabilité r	0,959	
	Ecart-type reproductibilité	0,951	
	Reproductibilité R	2,662	

Données brutes



Campagne EAPIC N°6- Session 2 - Série 19
Profondeur d'ornièrre à 3 000 cycles (en %)

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test Grubbs (inter-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Moyenne brute



Écarts à la moyenne et valeurs de Z-score sur les données brutes

Écart inférieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-18	0,01	0,01
ORN-13	0,02	0,02
ORN-4	0,04	0,04
ORN-10	0,05	0,06
ORN-27	0,06	0,06
ORN-6	0,20	0,21
ORN-22	0,24	0,25
ORN-26	0,26	0,28
ORN-12	0,29	0,30
ORN-21	0,29	0,31
ORN-19	0,37	0,39
ORN-28	0,42	0,45
ORN-29	0,43	0,45
ORN-14	0,45	0,47
ORN-30	0,45	0,48
ORN-8	0,49	0,52
ORN-24	0,51	0,54
ORN-11	0,52	0,54
ORN-17	0,56	0,59
ORN-2	0,70	0,74
ORN-23	0,77	0,81
ORN-25	0,89	0,93
ORN-32	0,91	0,96

Écart supérieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-20	1,01	1,06
ORN-31	1,11	1,16
ORN-1	1,20	1,26
ORN-7	1,22	1,29
ORN-15	1,34	1,40
ORN-9	1,54	1,62
ORN-16	1,76	1,85

Écart supérieur à 2 écarts types

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-3	2,71	2,85

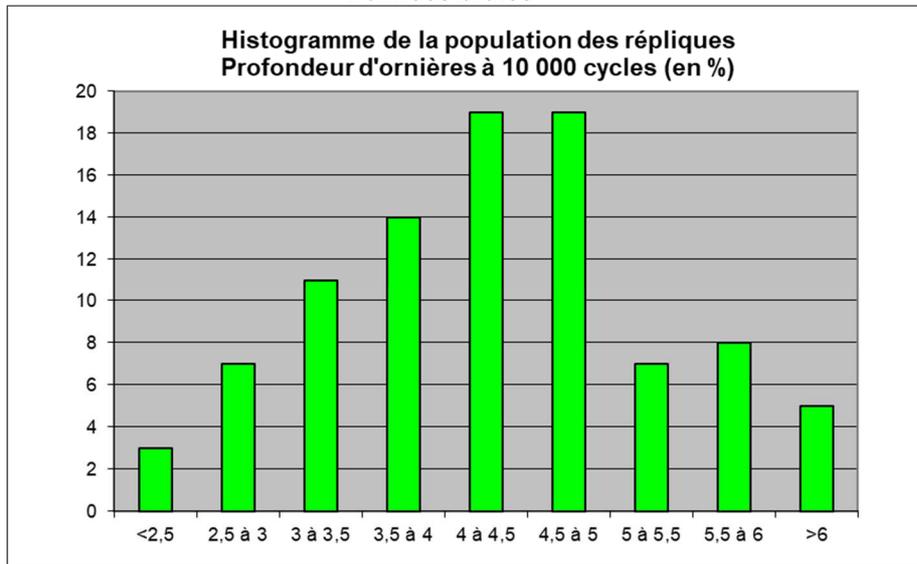
Profondeur d'ornièrre à 10 000 cycles

Représentations graphiques

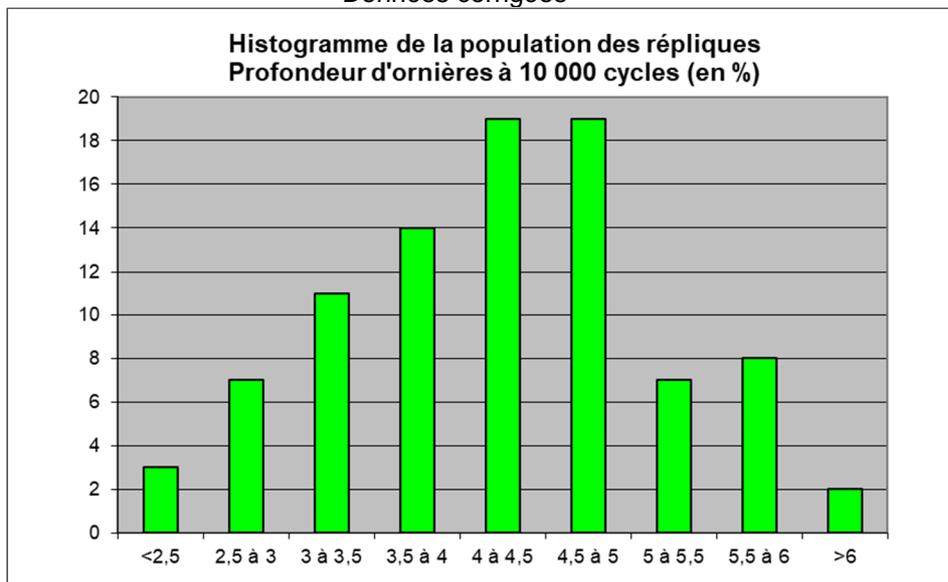
		Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Norme NF EN12697-22 (*)	Expériences antérieures EAPIC 6.1.9 (données corrigées)
En %	Nombre de résultats pris en compte	31	Grubbs : ORN-3	30	r = 1,08	32
	Moyenne m	4,386		4,221		
	écart-type répétabilité	0,374		0,354		
	répétabilité r	1,047		0,990	R = 1,20	r = 1,48
	écart-type reproductibilité	1,312		0,946		
	reproductibilité R	3,673		2,650		

(*) Valeurs de fidélité obtenues sur éprouvettes fournies par le laboratoire organisateur

Données brutes

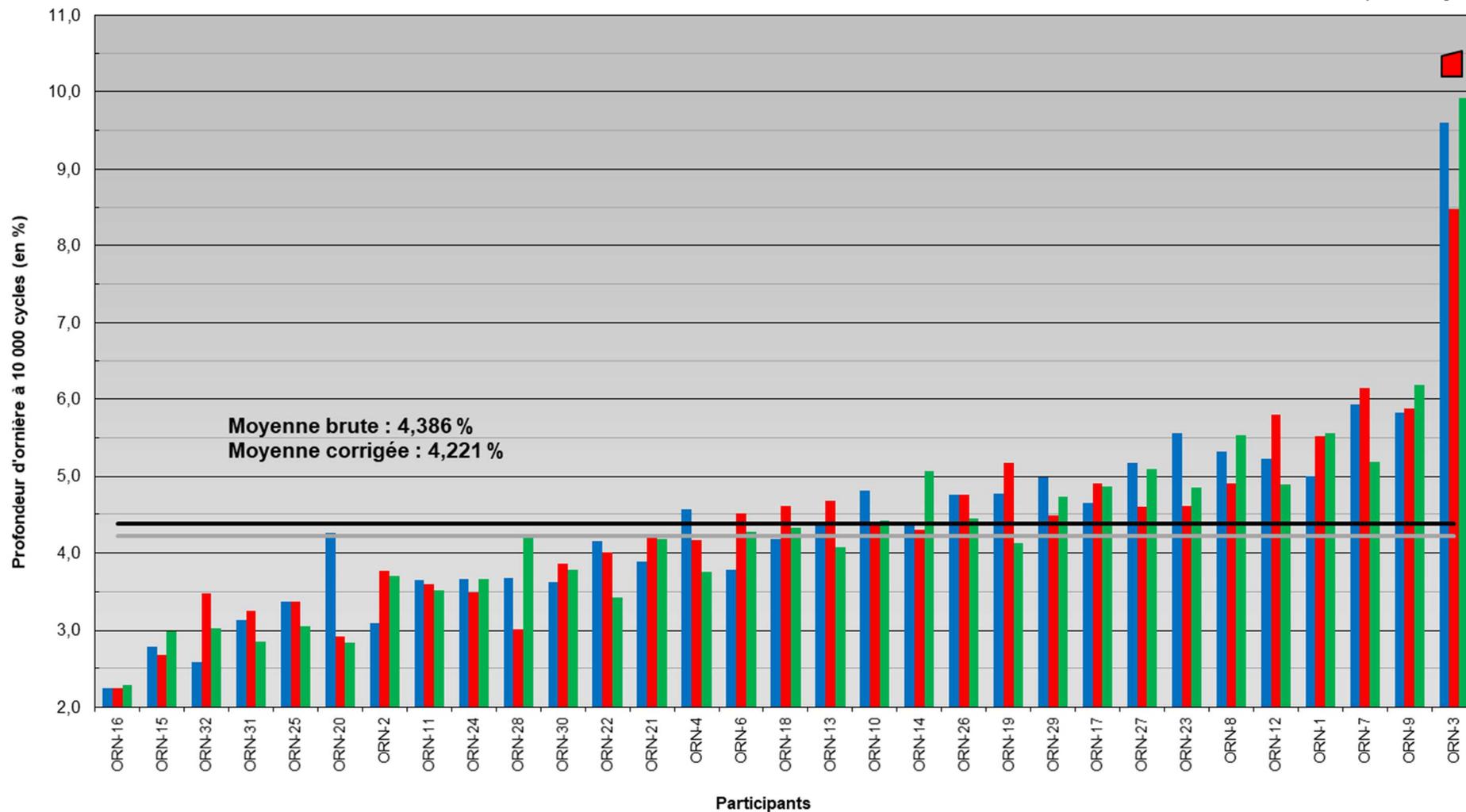


Données corrigées



Campagne EAPIC N°6- Session 2 - Série 19
Profondeur d'ornièrre à 10 000 cycles (en %)

- Répliche 1
- Répliche 2
- Répliche 3
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée



Écarts à la moyenne et valeurs de Z-score sur les données brutes

Écart inférieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-13	0,00	0,00
ORN-18	0,01	0,01
ORN-10	0,16	0,12
ORN-6	0,19	0,15
ORN-14	0,20	0,16
ORN-4	0,22	0,17
ORN-26	0,27	0,21
ORN-21	0,29	0,22
ORN-19	0,31	0,23
ORN-29	0,35	0,26
ORN-17	0,43	0,33
ORN-22	0,52	0,40
ORN-27	0,57	0,44
ORN-23	0,63	0,48
ORN-30	0,63	0,48
ORN-28	0,74	0,56
ORN-24	0,78	0,59
ORN-11	0,80	0,61
ORN-8	0,87	0,66
ORN-2	0,87	0,66
ORN-12	0,92	0,70
ORN-1	0,97	0,74
ORN-20	1,04	0,79
ORN-25	1,12	0,85

Écart supérieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-31	1,31	1,00
ORN-32	1,36	1,03
ORN-7	1,37	1,04
ORN-15	1,56	1,19
ORN-9	1,57	1,20
ORN-16	2,12	1,62

Écart supérieur à 2 écarts types

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-3	4,95	3,77

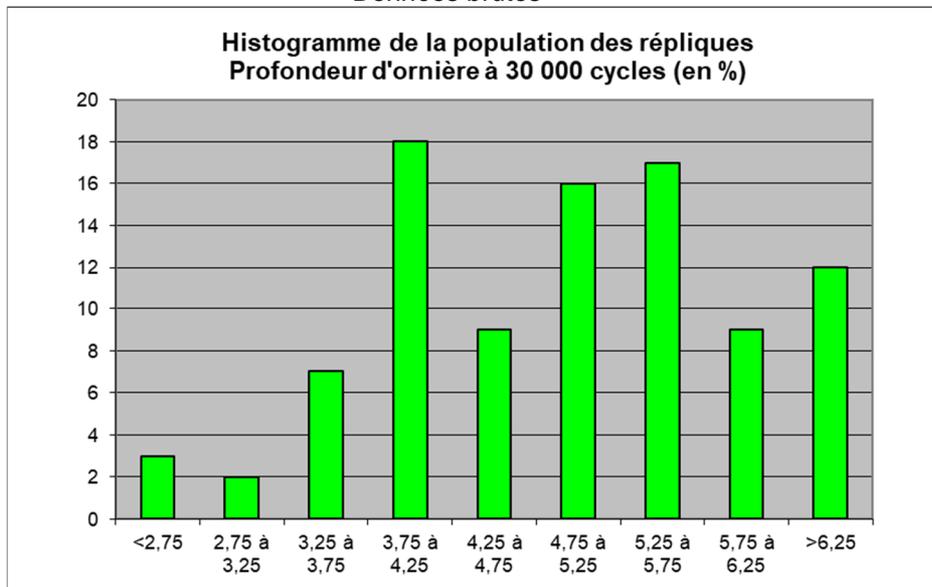
Profondeur d'ornière à 30 000 cycles

Représentations graphiques

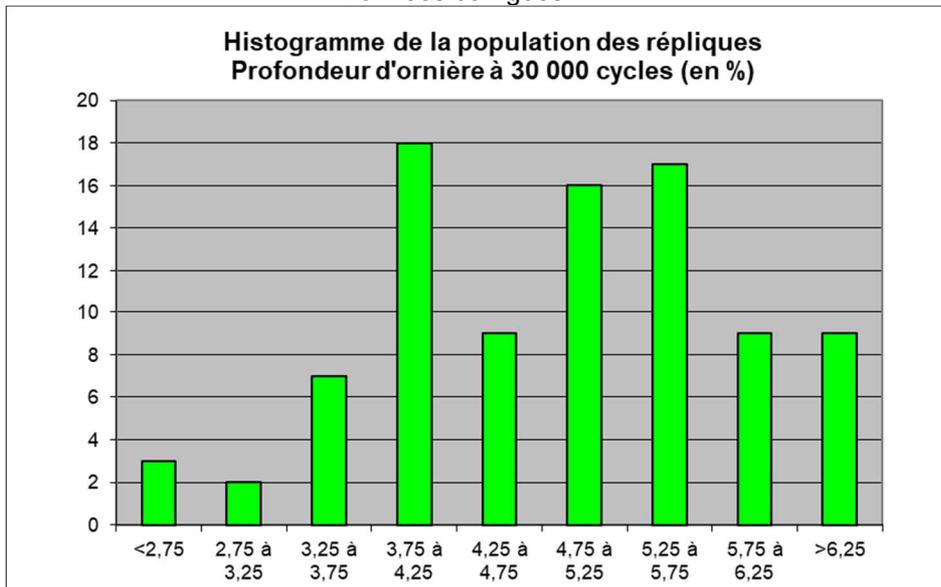
		Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Norme NF EN 12697-22 (*)	Expériences antérieures EAPIC 6.1.9
En %	Nombre de résultats pris en compte	31	Grubbs : ORN-3	30	r = 1,11	33
	Moyenne m	5,079		4,880		
	écart-type répétabilité	0,390		0,395		
	répétabilité r	1,092		1,106	R = 1,16	r = 1,64
	écart-type reproductibilité	1,565		1,127		
	reproductibilité R	4,381		3,155		

(*) Valeurs de fidélité obtenues sur éprouvettes fournies par le laboratoire organisateur

Données brutes

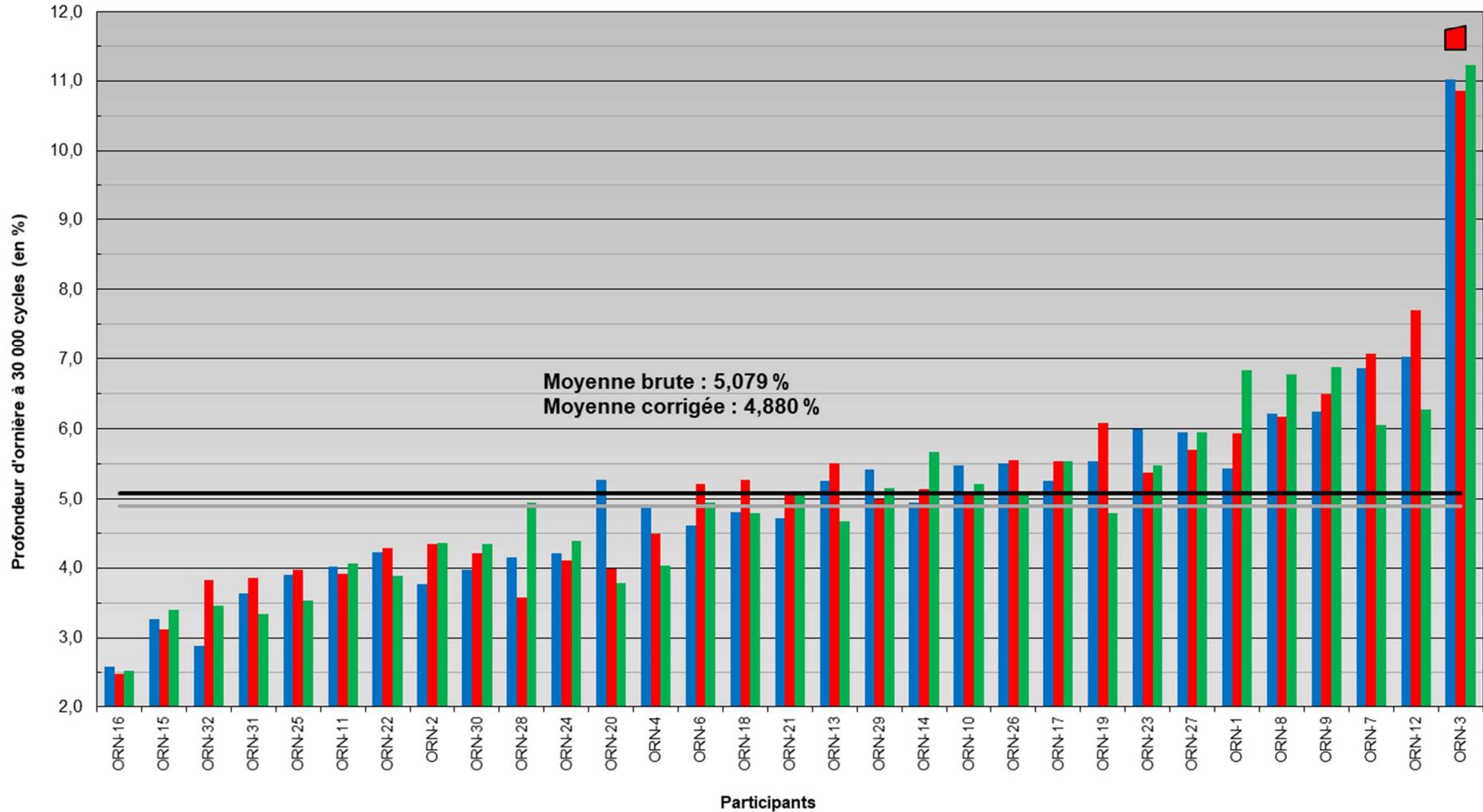


Données corrigées



Campagne EAPIC N°6- Session 2 - Série 19
Profondeur d'ornièrre à 30 000 cycles (en %)

- Répliche 1
- Répliche 2
- Répliche 3
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée
- Test Cochran (intra-laboratoire)
- ▭ Test Grubbs (inter-laboratoire)



Écarts à la moyenne et valeurs de Z-score sur les données brutes

Écart inférieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-13	0,07	0,04
ORN-29	0,11	0,07
ORN-21	0,12	0,08
ORN-18	0,13	0,08
ORN-6	0,15	0,10
ORN-14	0,17	0,11
ORN-10	0,19	0,12
ORN-26	0,29	0,18
ORN-17	0,36	0,23
ORN-19	0,39	0,25
ORN-23	0,54	0,34
ORN-4	0,61	0,39
ORN-20	0,73	0,47
ORN-27	0,79	0,50
ORN-24	0,85	0,54
ORN-28	0,85	0,54
ORN-30	0,90	0,58
ORN-2	0,92	0,59
ORN-22	0,95	0,60
ORN-1	0,99	0,63
ORN-11	1,08	0,69
ORN-25	1,28	0,82
ORN-8	1,30	0,83
ORN-9	1,46	0,93
ORN-31	1,47	0,94

Écart supérieur à 1 écart type

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-7	1,58	1,01
ORN-32	1,69	1,08
ORN-15	1,82	1,16
ORN-12	1,92	1,23
ORN-16	2,55	1,63

Écart supérieur à 2 écarts types

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-3	5,95	3,80

Organisation de l'EAPIC

Le Groupé Spécialisé « Essais d'Aptitude Par Inter Comparaison » est placé sous l'égide du Comité Opérationnel Qualification Comparaison Inter-Laboratoires (COQC) de l'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM) présidé par Eric OLLINGER (assistante : Anaïs FERMINE)

Le **Groupe Spécialisé** s'appuie sur la **Cellule Exécutive** pour l'organisation de la campagne d'essais. Le soutien logistique pour la préparation des corps d'épreuve est assuré par les **Laboratoires Supports**.

Groupe Spécialisé EAPIC

Secrétaire Général : Michel SAUBOT & Frédéric DELFOSSE

Membres :

BADROUILLET Christophe
DANIEL Vincent
DUPRIET Stéphane
DELFOSSE Frédéric
ESPIEUX Baudouin
PIOT Géraldine
PRIEZ Christophe
SOME Ciryle

Cellule Exécutive EAPIC

Cerema IDF- Site de Sourdun : PIOT Géraldine & SOME Ciryle

Laboratoires Supports EAPIC

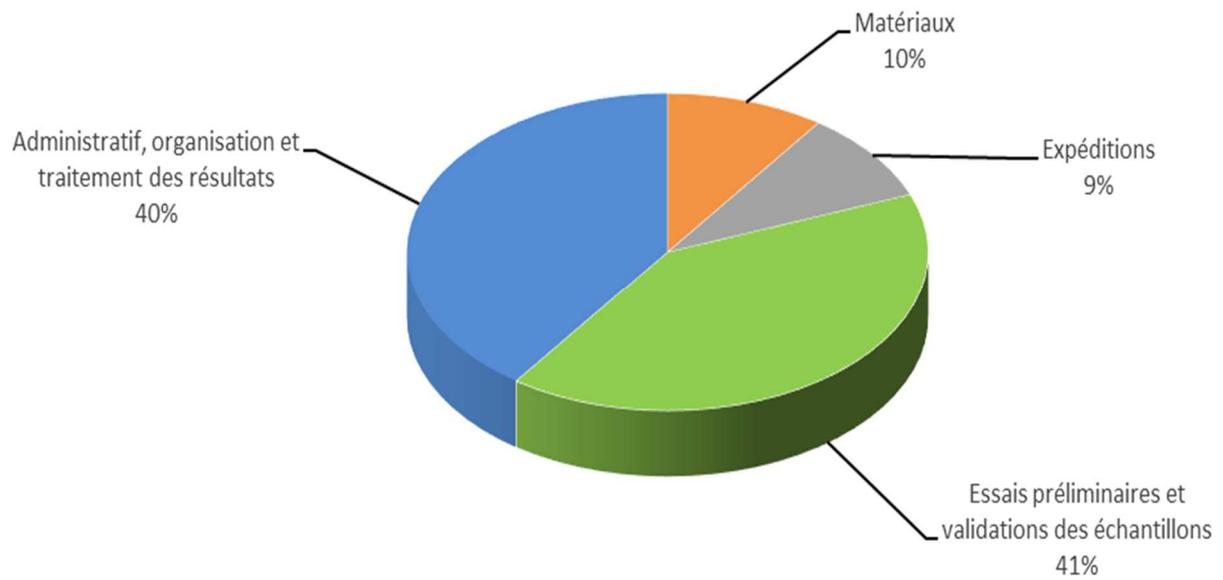
Cerema Ouest Département Laboratoire d'Angers : DANIEL Vincent

Cerema Ouest Département Laboratoire d'Autun : BADROUILLET Christophe & ESPIEUX Baudouin

Annexes

- Bilan financier
- Granulométries des granulats
- Détermination de la teneur en vides au banc gamma
- Evolution moyenne de la profondeur d'ornièrre par laboratoire
- Résultats à 30 000 cycles avec teneur en vides géométrique comprise entre 5 et 8%
- Valeur de la teneur en liant des AE
- Tests de Mandel h et k

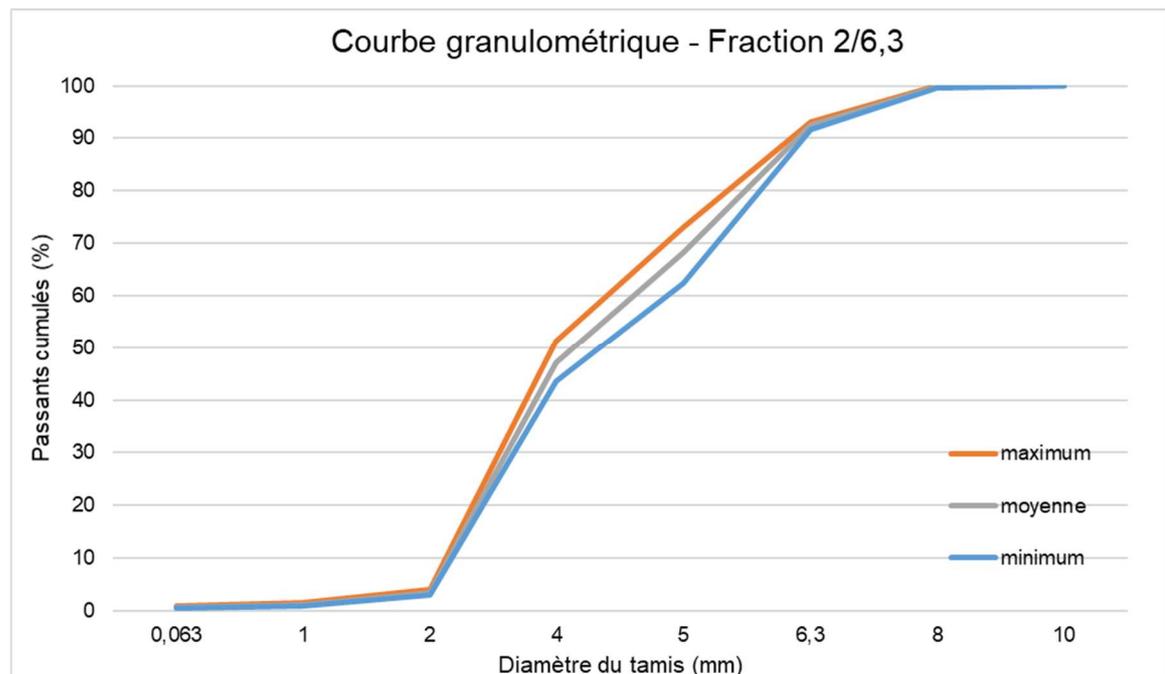
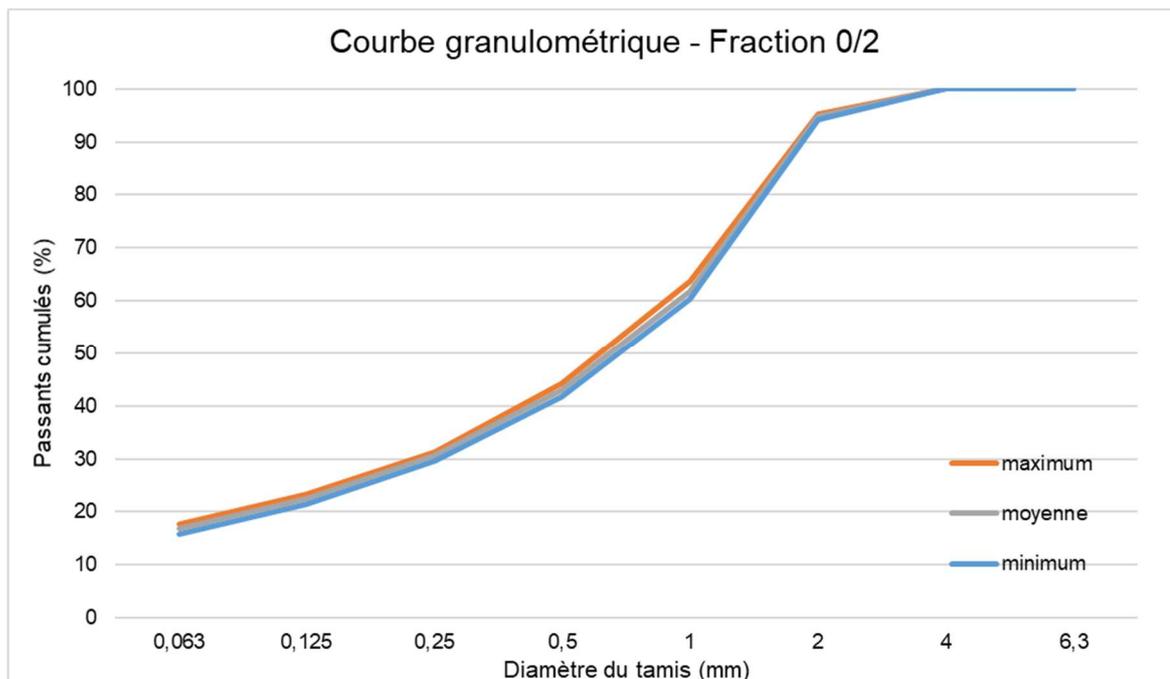
Bilan financier



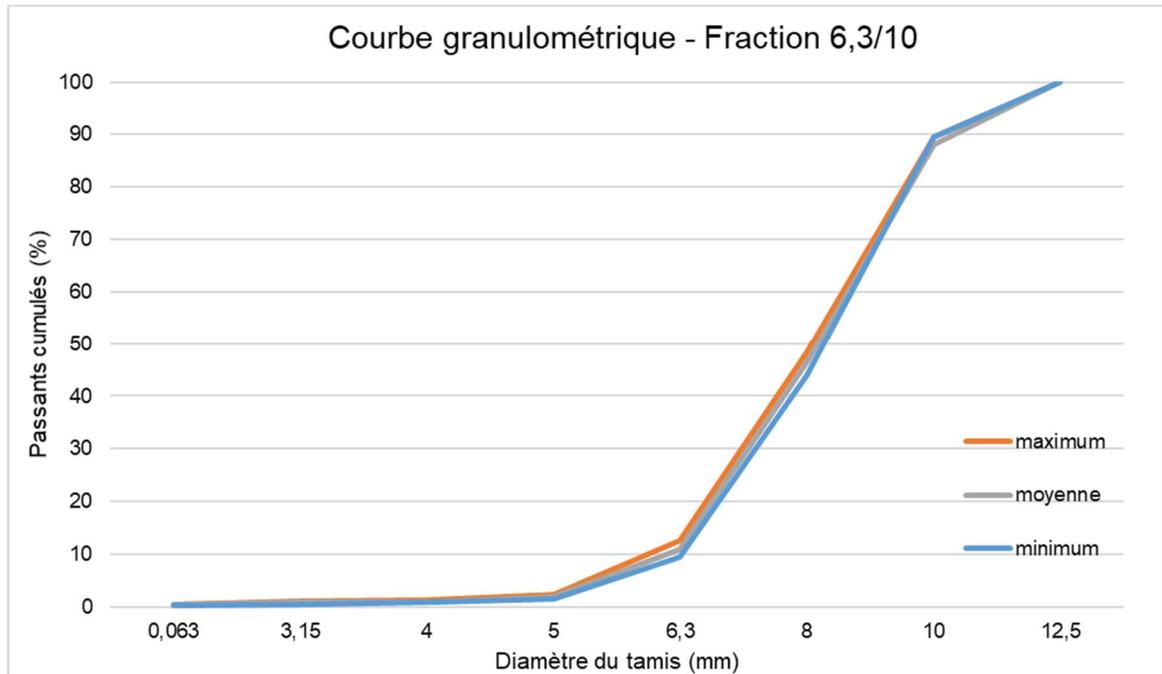
Granulométries des granulats

Des analyses granulométriques sont réalisées sur les fractions 0/2, 2/6 et 6/10, selon la norme NF EN 933-1.

10 sacs ont été sélectionnés aléatoirement dans le stock. Sur chaque sac, 2 essais ont été réalisés.



-

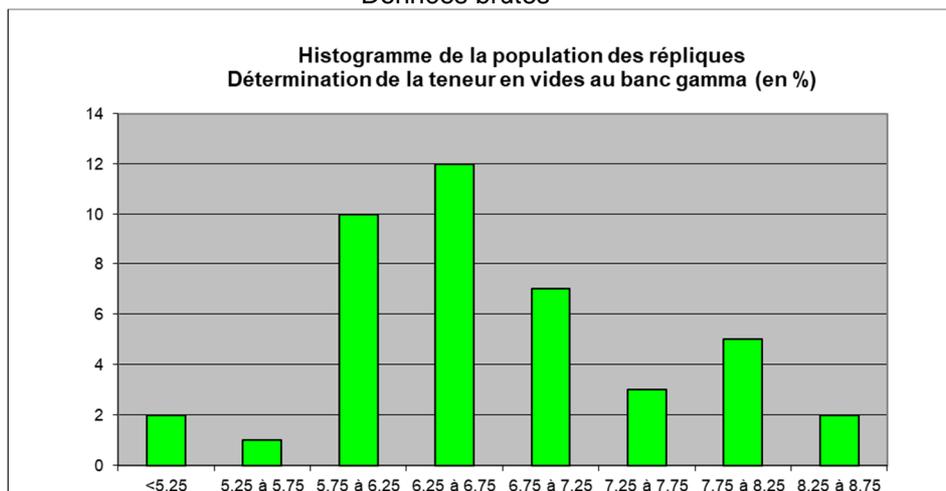


Détermination de teneur en vides au banc gamma, selon la norme NF EN 12697-7

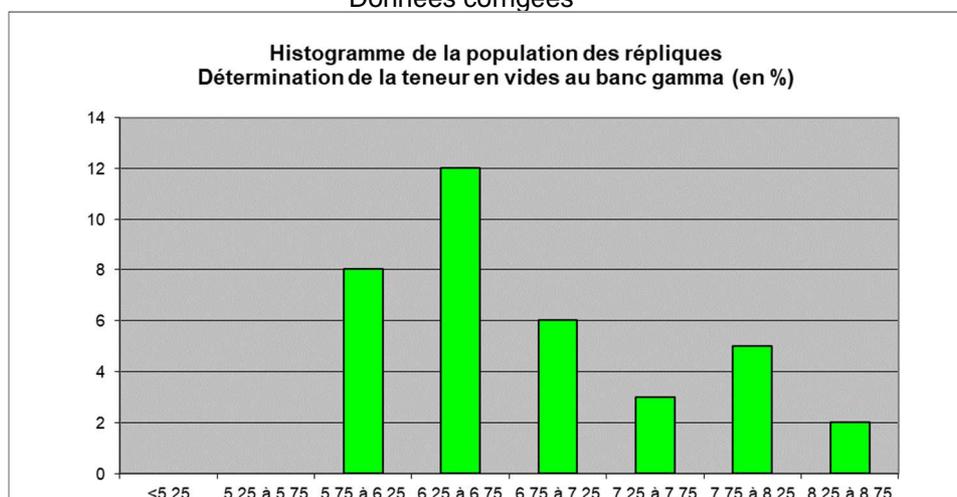
Représentations graphiques

		Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées
En %	Nombre de résultats pris en compte	7	Cochran : ORN-12	6
	Moyenne m	6,703		6,899
	écart-type répétabilité	0,531		0,369
	répétabilité r	1,486		1,032
	écart-type reproductibilité	0,970		0,799
	reproductibilité R	2,716		2,237

Données brutes

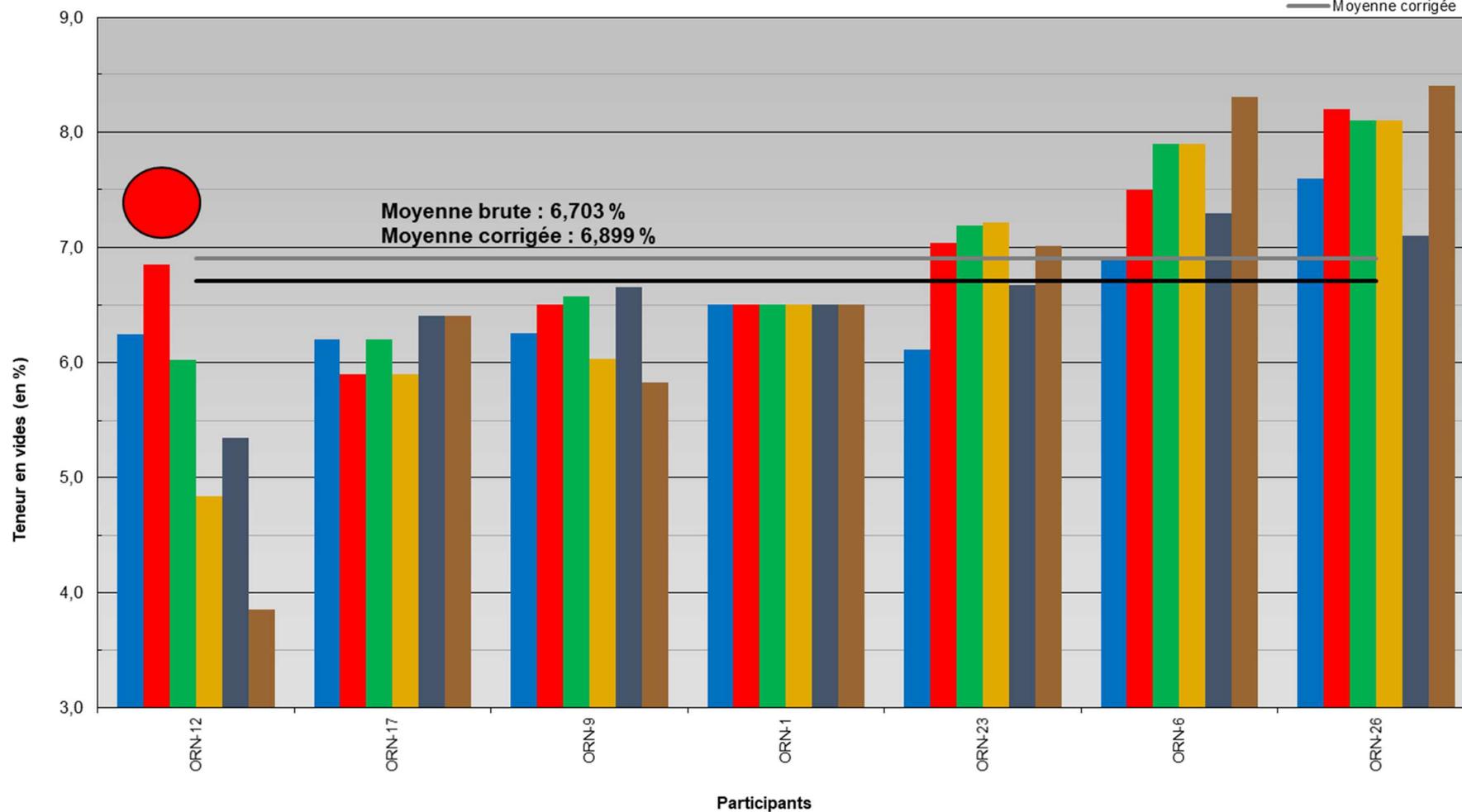


Données corrigées



Campagne EAPIC N°11- Session 1 - Série 18
Détermination de la teneur en vides
au banc gamma

-  Test Cochran (intra-laboratoire)
-  Test Grubbs (inter-laboratoire)
-  Réplique 1
-  Réplique 2
-  Réplique 3
-  Réplique 4
-  Réplique 5
-  Réplique 6
-  Moyenne brute
-  Moyenne corrigée



Écarts à la moyenne et valeurs de Z-score sur les données brutes

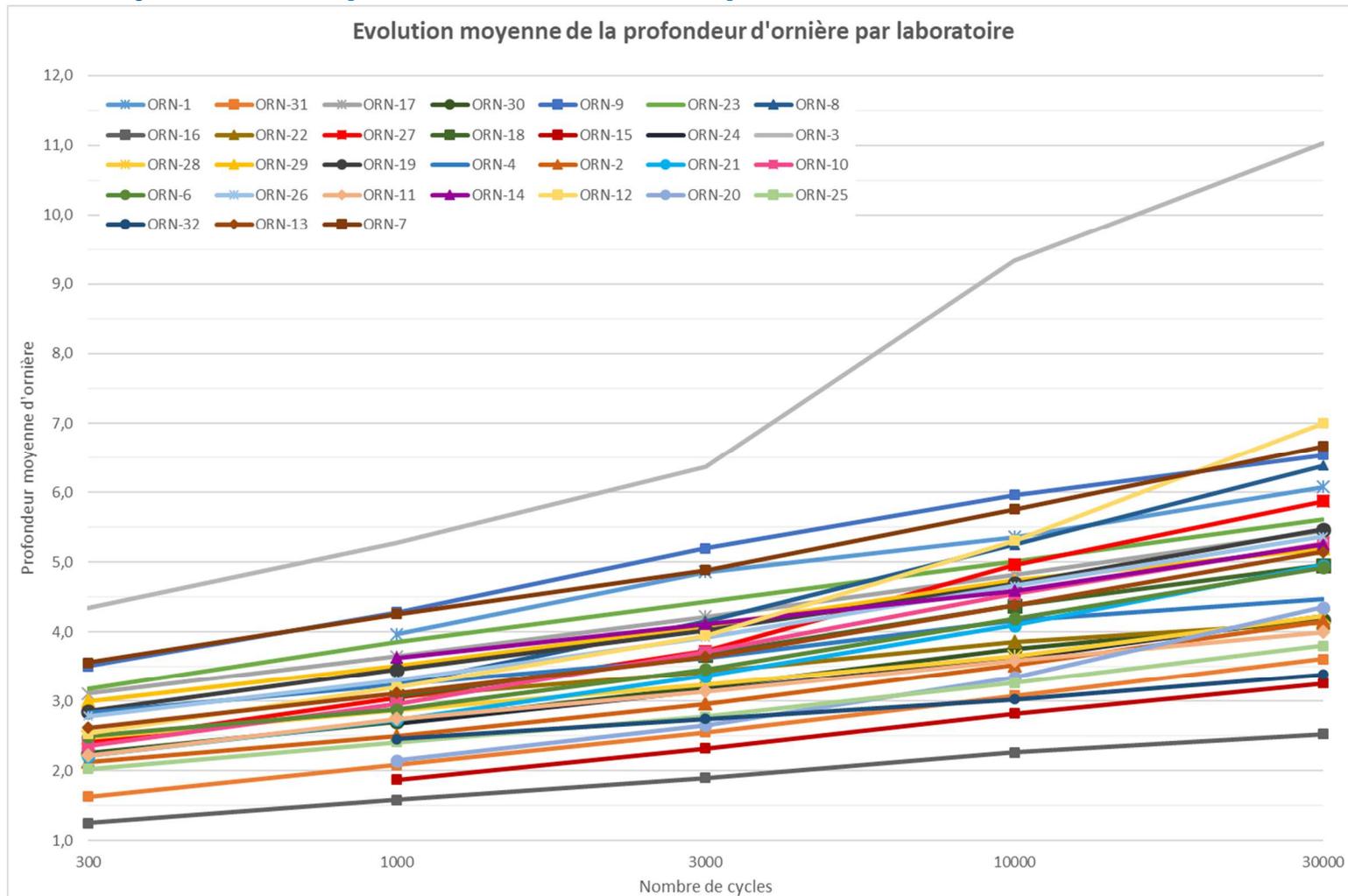
Écart inférieur à 1 écart type

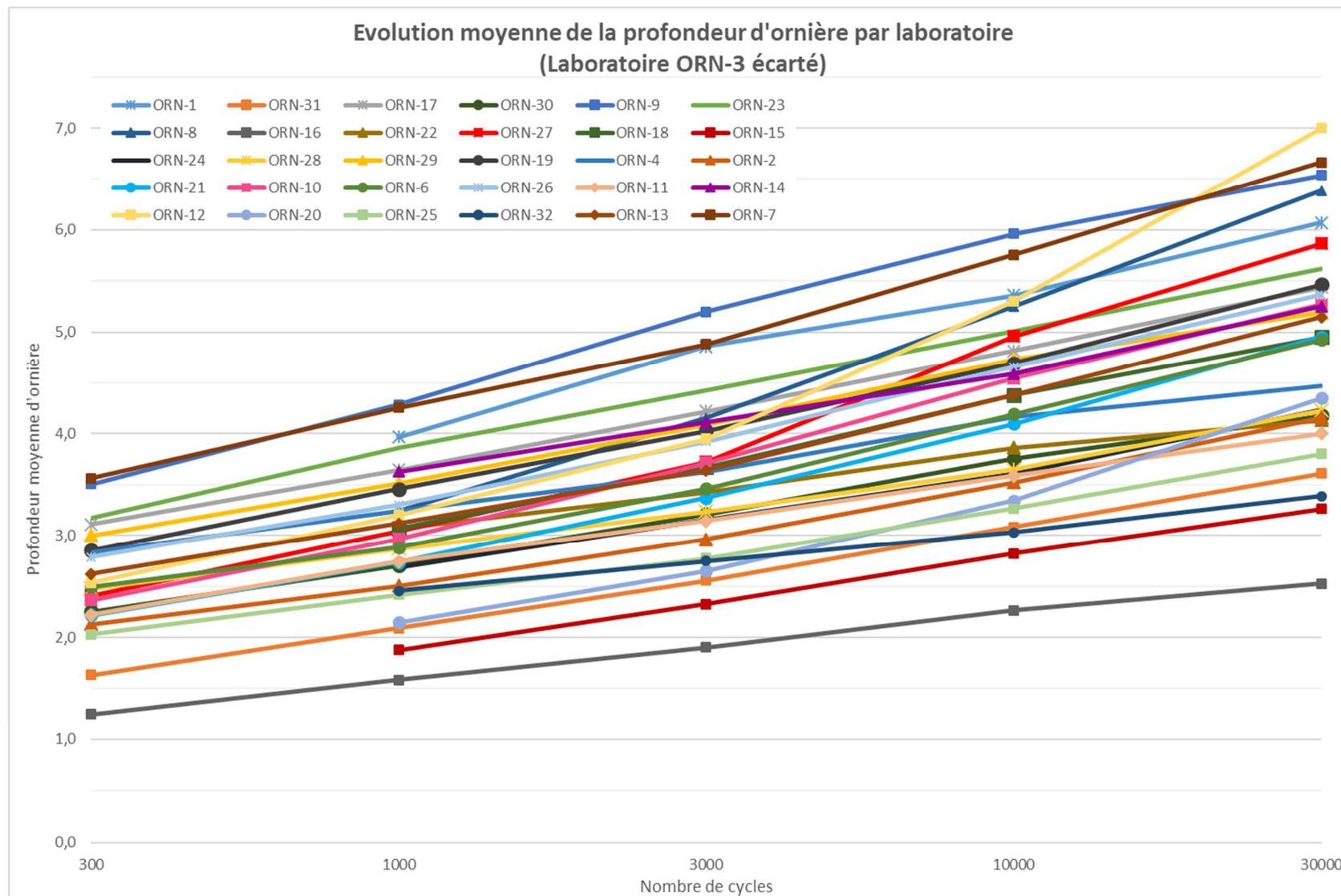
Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-23	0,17	0,18
ORN-1	0,20	0,21
ORN-9	0,40	0,41
ORN-17	0,54	0,55
ORN-6	0,93	0,96

Écart supérieur à 1 écart type

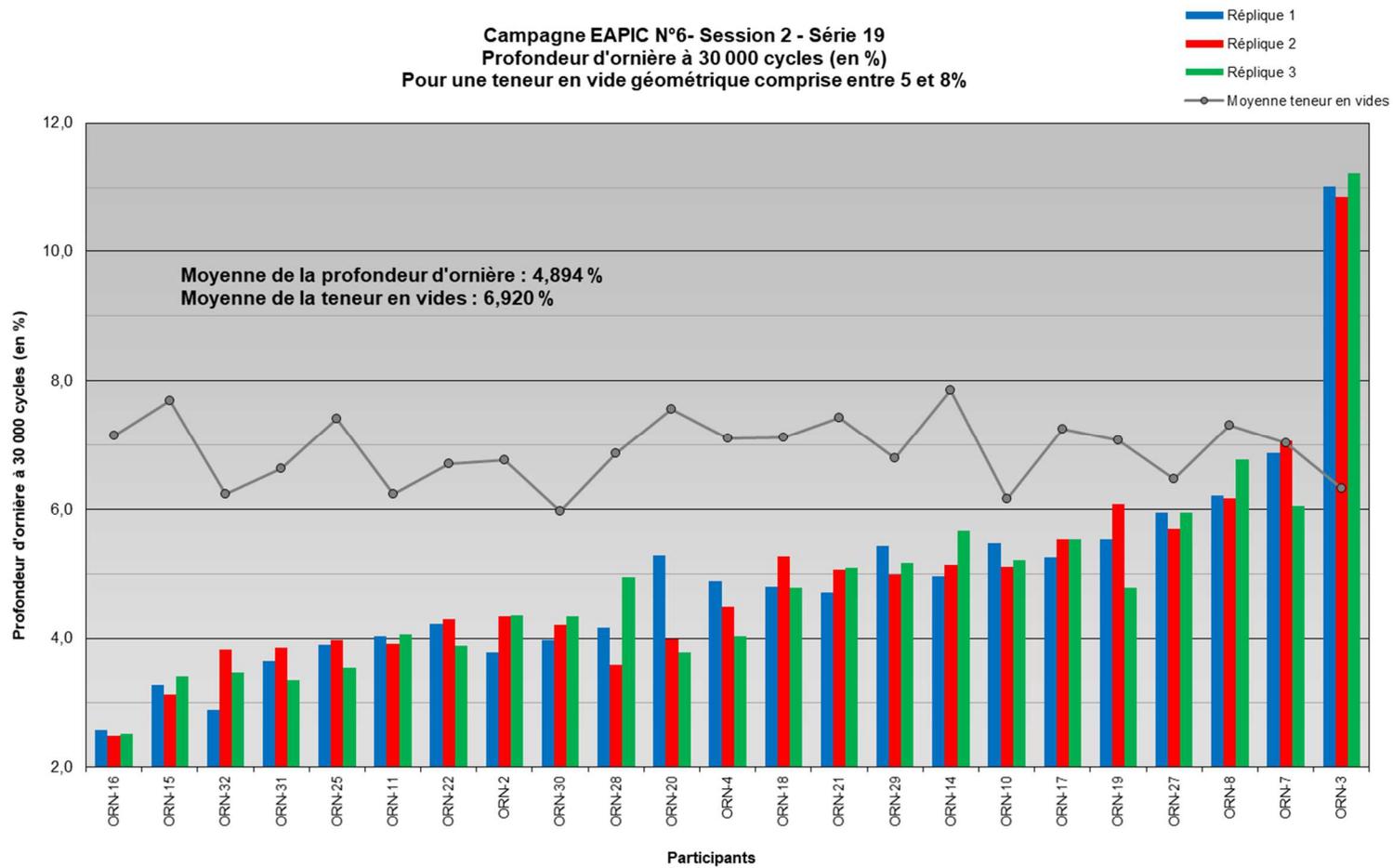
Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
ORN-12	1,18	1,21
ORN-26	1,21	1,25

Evolution moyenne de la profondeur d'ornièrè par laboratoire

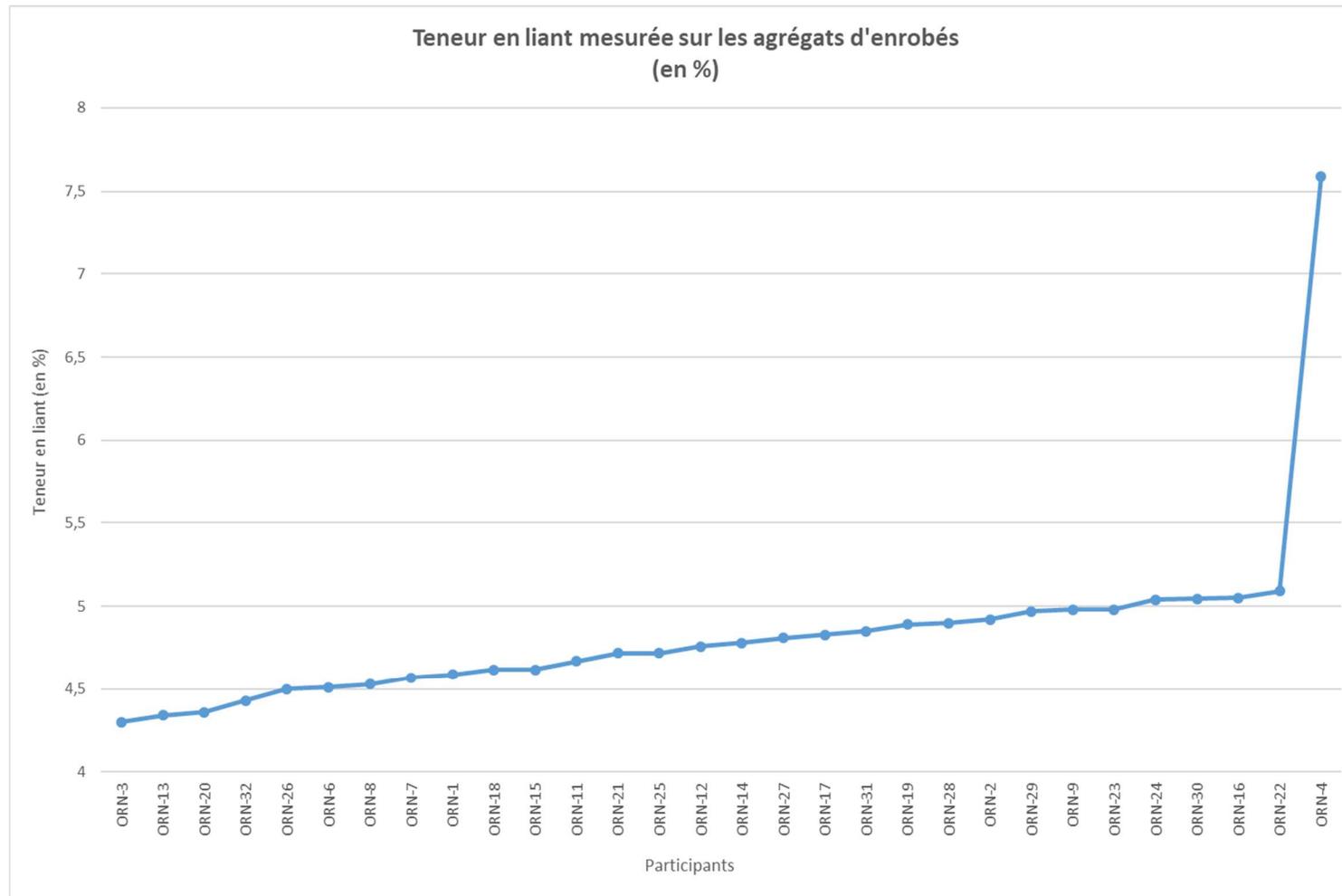




Profondeur d'ornièrre à 30 000 cycles, avec une teneur en vides géométrique comprise entre 5 et 8%



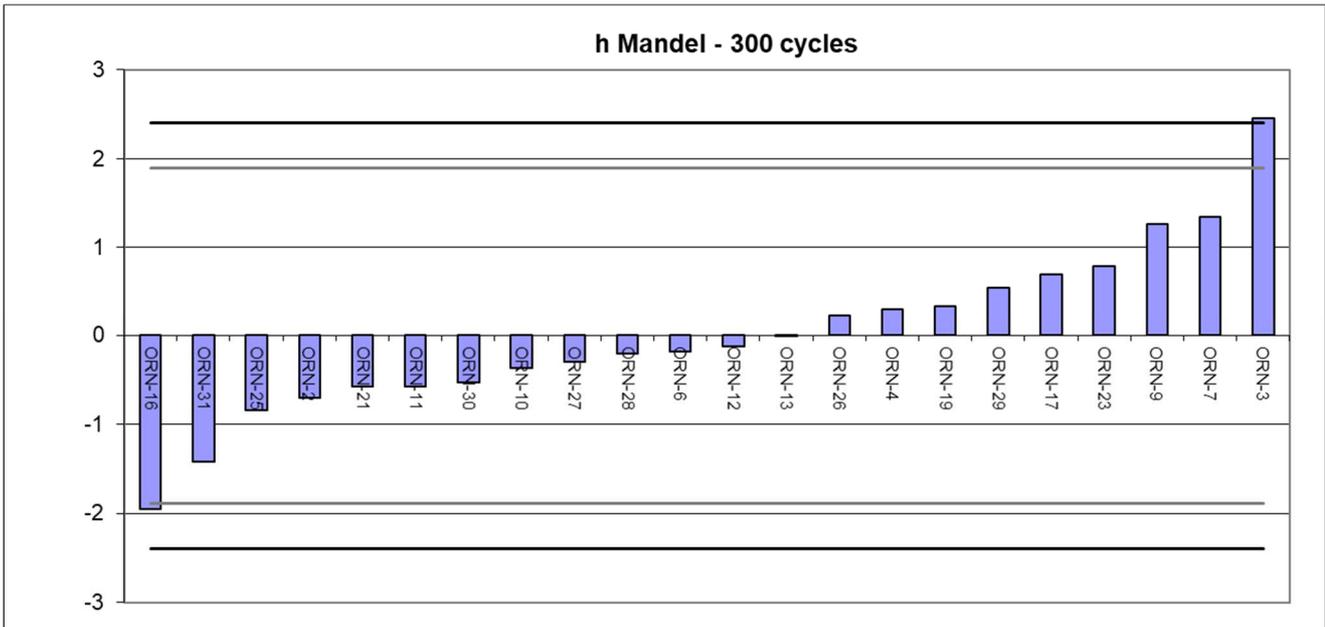
Valeur de la teneur en liant des agrégats d'enrobés



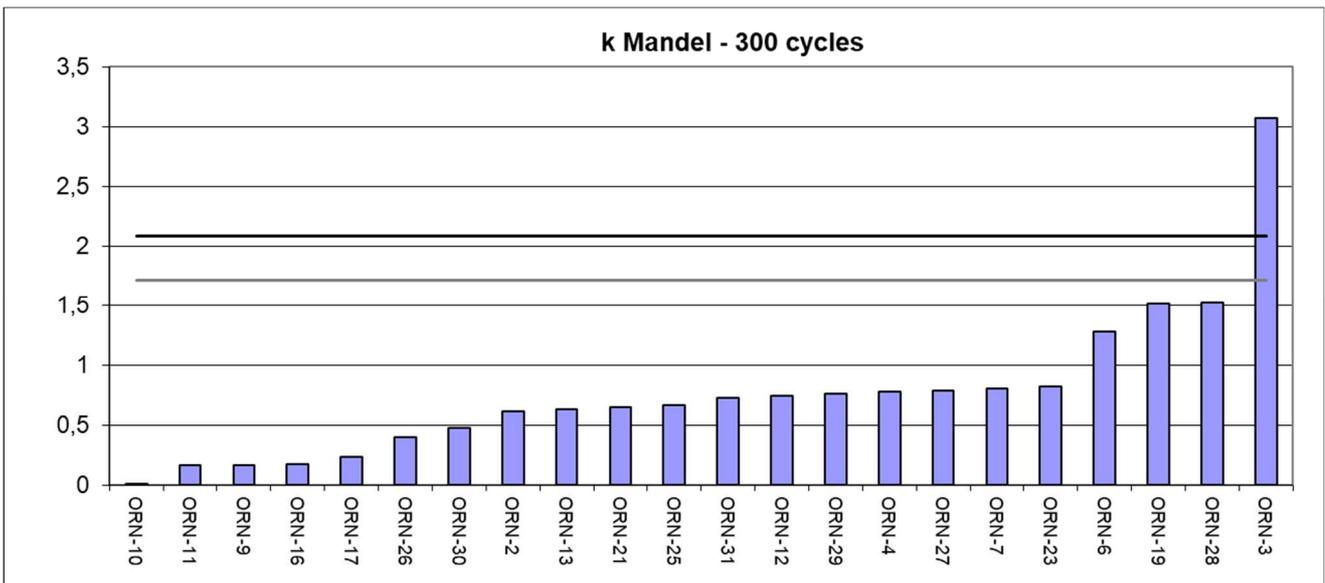
Tests de Mandel h et k sur les données brutes

Profondeur d'ornière à 300 cycles

h Mandel : Valeur suspecte : 1,89 / Valeur critique : 2,40

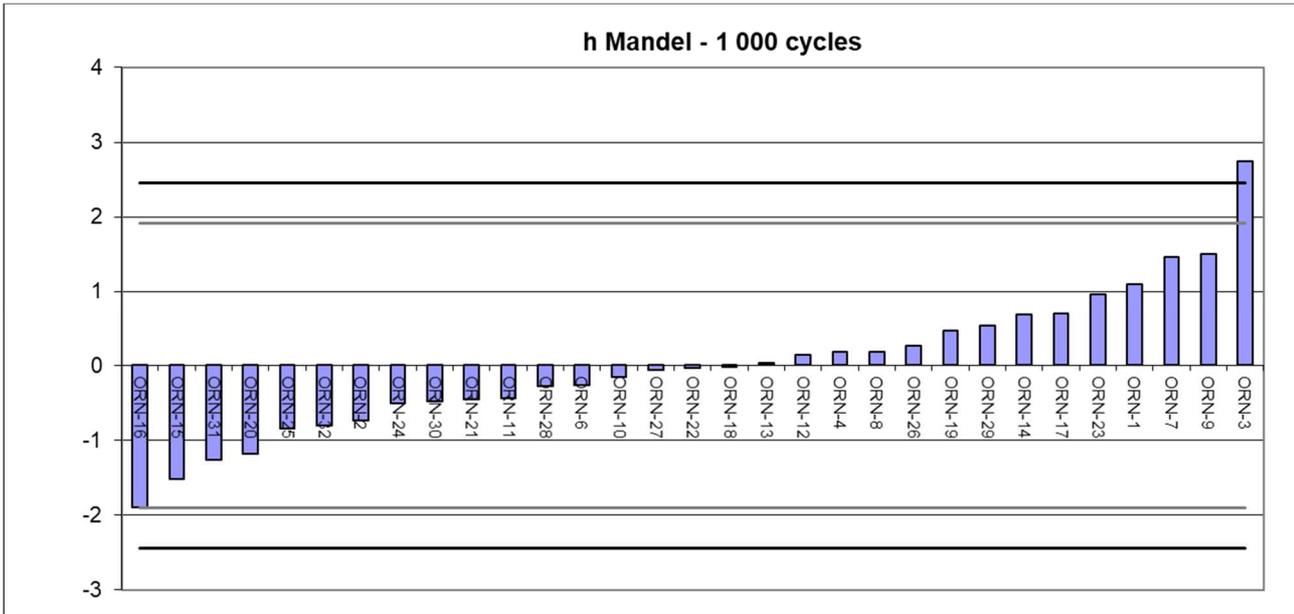


k Mandel : Valeur suspecte : 1,71 / Valeur critique : 2,08

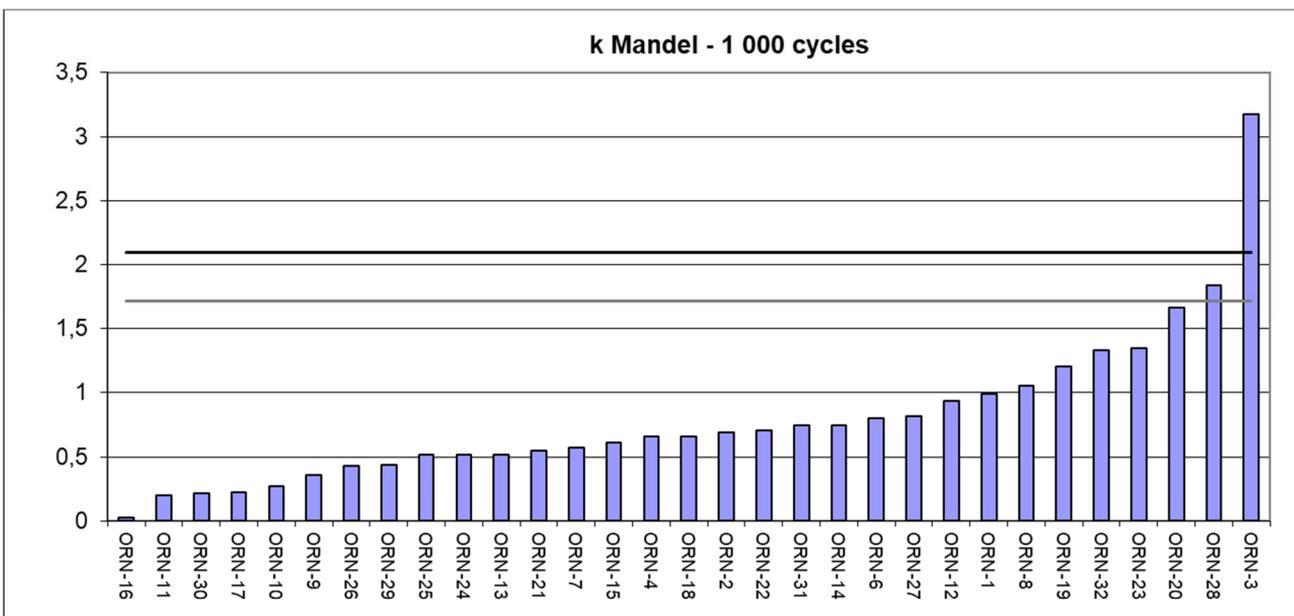


Profondeur d'ornière à 1 000 cycles

h Mandel : Valeur suspecte : 1,91 / Valeur critique : 2,45

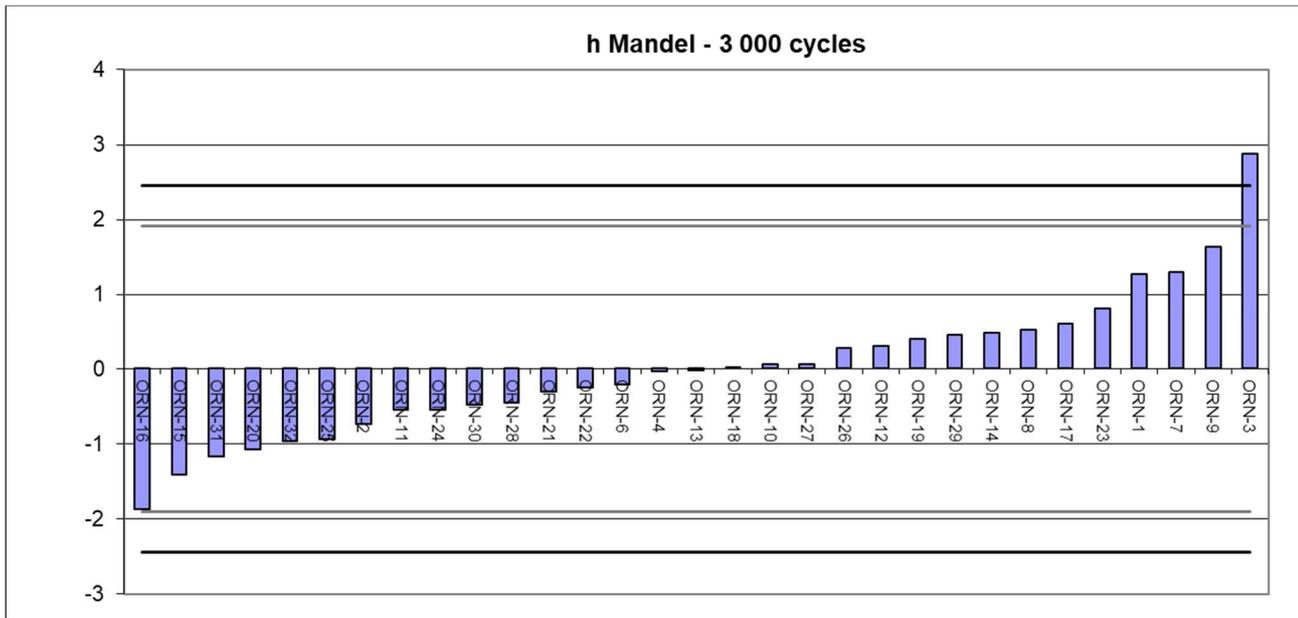


k Mandel : Valeur suspecte : 1,72 / Valeur critique : 2,10

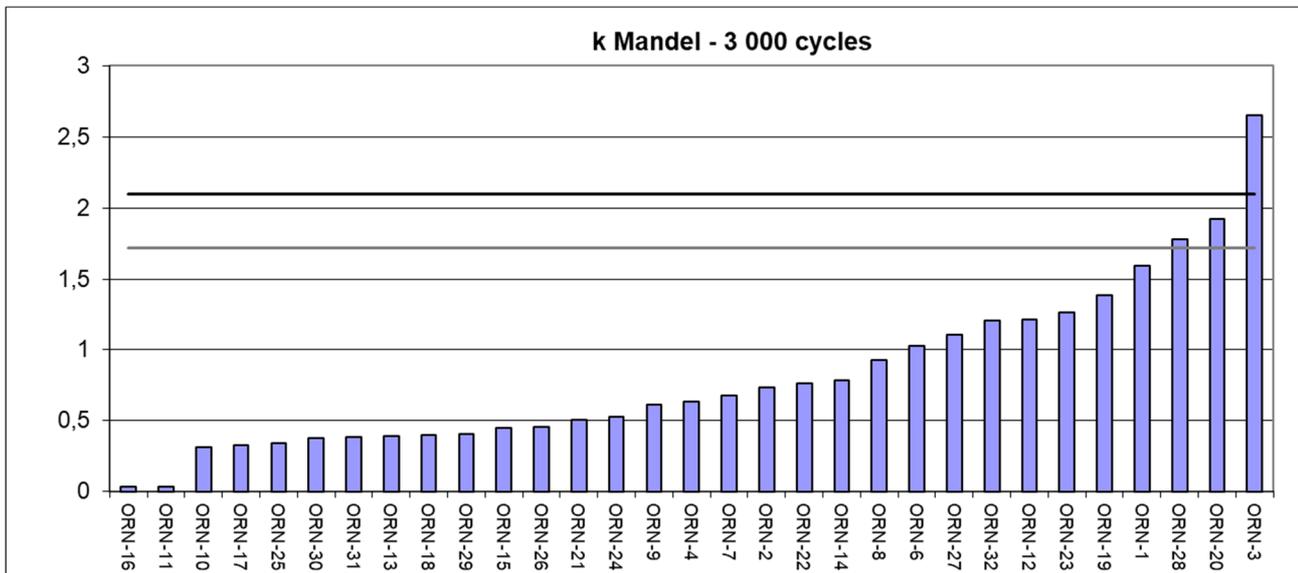


Profondeur d'ornière à 3 000 cycles

h Mandel : Valeur suspecte : 1,91 / Valeur critique : 2,45

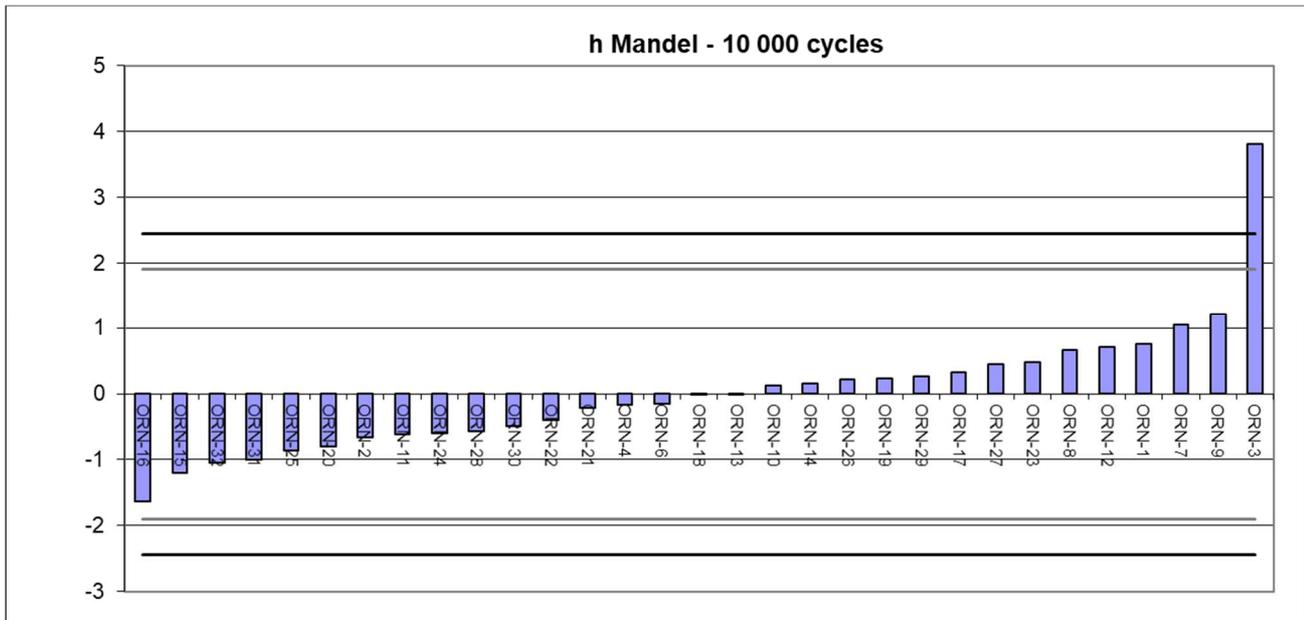


k Mandel : Valeur suspecte : 1,72 / Valeur critique : 2,10

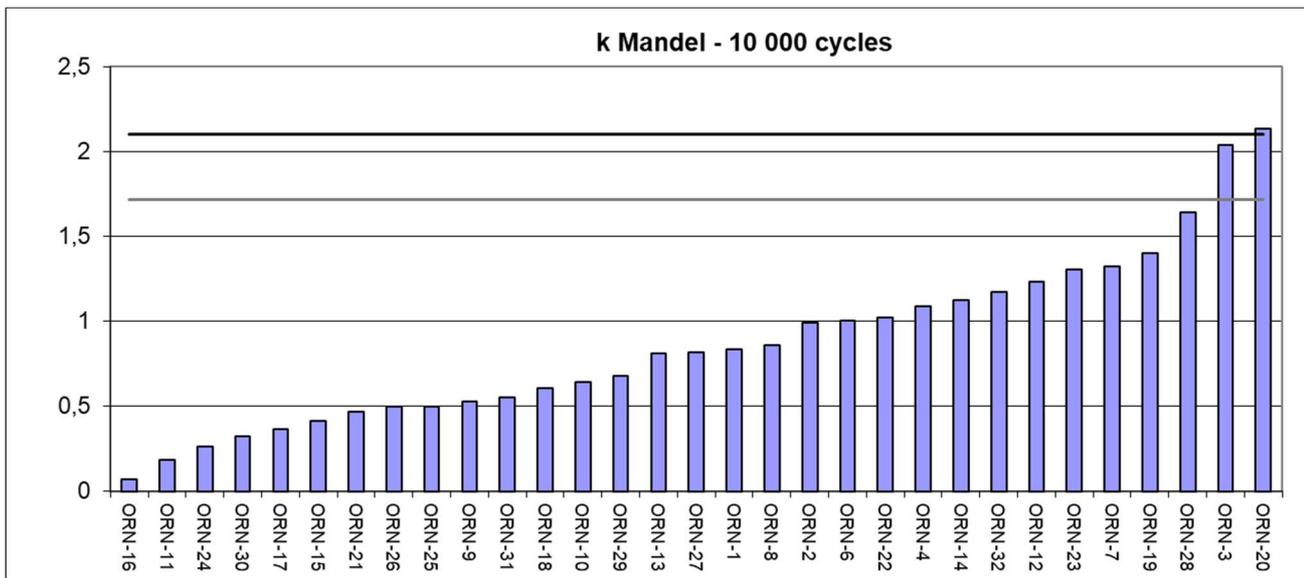


Profondeur d'ornière à 10 000 cycles

h Mandel : Valeur suspecte : 1,91 / Valeur critique : 2,45

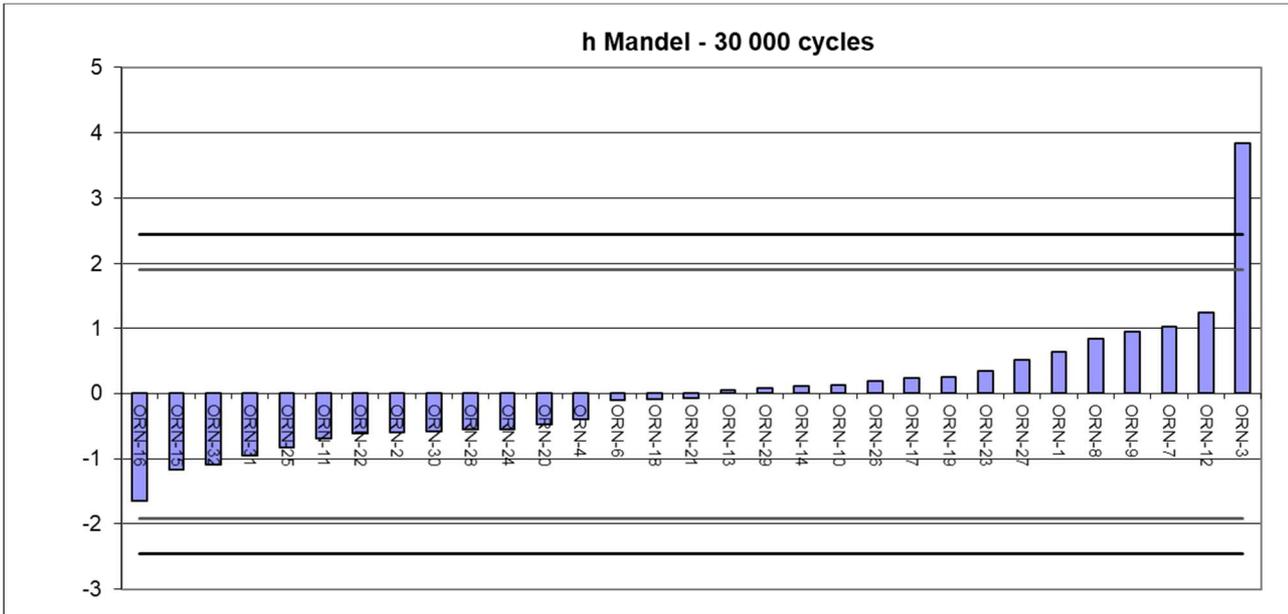


k Mandel : Valeur suspecte : 1,72 / Valeur critique : 2,10

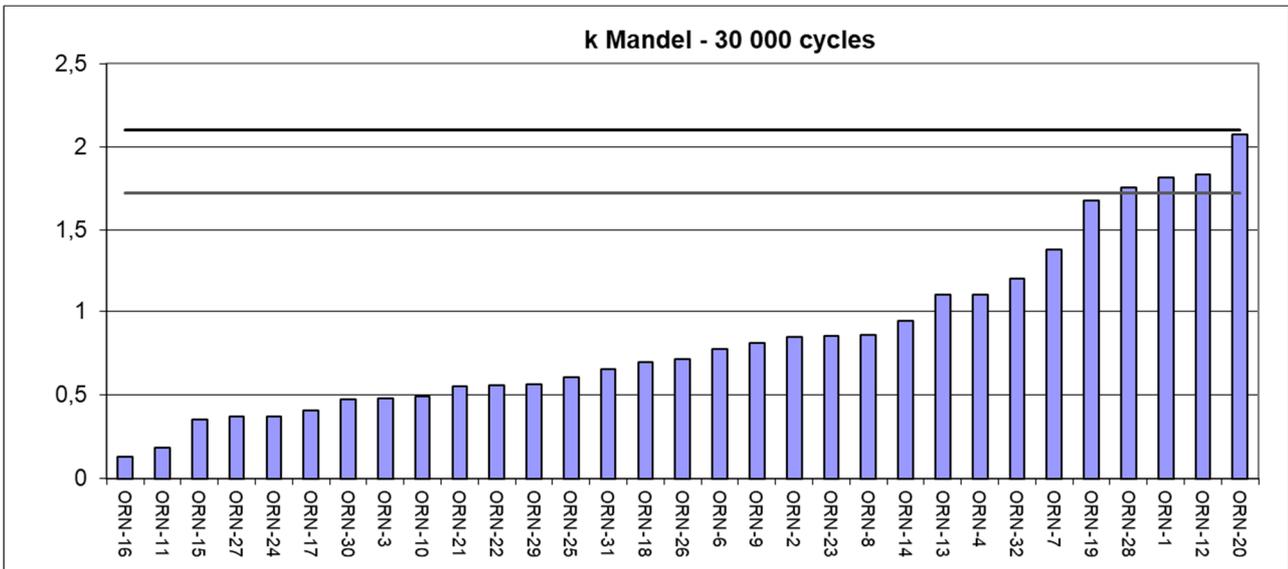


Profondeur d'ornière à 30 000 cycles

h Mandel : Valeur suspecte : 1,91 / Valeur critique : 2,45



k Mandel : Valeur suspecte : 1,72 / Valeur critique : 2,10





INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

9, rue de Berri – 75008 Paris – Tél +33 1 44 13 32 99

www.idrrim.com - idrrim@idrrim.com



@IDRRIM

Association loi 1901

