

## RAPPORT DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

N° 10.2.21

Concernant l'essai

**Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé  
hydrocarboné**

Selon la norme  
NF EN 12697-12



Établi le 6 octobre 2023 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 n°20 consacrée à la détermination du coefficient de polissage accéléré des granulats (NF EN 1097-8 d'avril 2020), cette série EAPIC (n°21) porte sur la détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné (NF EN 12697-12 de juin 2018).

Des essais EAPIC s'étaient déjà portés sur cet essai en 2014 (EAPIC série 14) sur la version de norme de septembre 2008. Ces essais avaient mis en évidence des problèmes de répétabilité et de Reproductibilité pour la détermination de la sensibilité à l'eau (Méthode A :  $r = 13,2$  et  $R = 33,7$  ; Méthode B :  $r = 9,4$  et  $R = 19$ ). Dans le cadre de la nouvelle version de la norme parue en juin 2018, cette campagne s'est naturellement imposée.

Cette série compte 35 laboratoires inscrits contre 37 laboratoires en 2014. Près de 72 % des laboratoires ont répondu dans les délais.

En 2014, la méthode B avait été imposée à l'ensemble des laboratoires et 15 avaient réalisé en plus la méthode A. Pour cette série, les laboratoires pouvaient choisir la méthode d'essai (méthodes A et/ou B) ; 24 laboratoires ont réalisé la méthode A et 31 laboratoires la méthode B.

La formule de l'enrobé retenue contenait 20 % d'agrégats d'enrobés (0% en 2014). La teneur en liant d'apport devait donc être ajustée par les participants pour atteindre 5.3 % de bitume total.

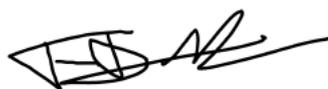
Implicitement, cette campagne a permis également de mesurer la masse volumique apparente géométrique des enrobés selon la norme NF EN 12697-6.

Tout comme dans les dernières séries, un questionnaire a été introduit dans le formulaire de résultats pour construire une base de données anonyme et lister des éléments potentiels de différenciation entre les participants, qui sera proposée à la Commission de Normalisation « Essais Chaussées » (CNEC). Cette analyse complémentaire pourrait permettre des évolutions dans un projet futur d'amélioration de la norme.

Une traduction prochaine en anglais de ce rapport permettra la diffusion et l'utilisation de son contenu dans les échanges internationaux relatifs à l'essai de tenue à l'eau des enrobés bitumineux.

Cordialement,

Pour EAPIC,



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
Vérification de l'homogénéité des échantillons de bitume .....	9
Vérification de l'homogénéité des échantillons d'agrégats d'enrobés .....	10
Éléments de différenciation entre les participants .....	11
Traitement des données .....	12
Détermination de la sensibilité à l'eau Selon la norme NF EN 12697-12	
• Méthode A.....	13
○ Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot sec .....	14
○ Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot humide .....	18
○ Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné (ITSR).....	22
• Méthode B.....	27
○ Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot sec .....	28
○ Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot humide .....	32
○ Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné (i/C).....	36
Organisation de l'EAPIC .....	40
Annexes .....	41
• Bilan financier.....	42
• Méthode A.....	43
○ Détermination de la résistance à la traction indirecte des éprouvettes (lot sec et lot humide) .....	43
○ Détermination de la teneur en vides des éprouvettes (lot sec et lot humide) .....	43
• Méthode B.....	49
○ Détermination de la résistance à la compression des éprouvettes (lot sec et lot humide) .....	50
○ Détermination de la teneur en vides des éprouvettes (lot sec et lot humide) .....	52
• Détermination de la teneur en liant des agrégats d'enrobés .....	54

## Organisation de la session et recueil des données

Des lots homogénéisés de constituants sont fournis aux laboratoires participants. Ceux-ci doivent déterminer la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné avec 20% d'agrégats d'enrobés, selon la norme NF EN 12697-12 de juin 2018 « Mélanges bitumineux - Méthodes d'essai - Partie 12 : détermination de la sensibilité à l'eau des éprouvettes bitumineuses »

Les participants pouvaient choisir la méthode d'essais qu'ils souhaitaient réaliser :

- Méthode A
- Méthode B
- Méthodes A et B

La valeur de la masse volumique réelle de l'enrobé a été déterminée par les laboratoires du Groupe Spécialisé EAPIC.

Elle a été transmise aux participants.

$$MVRe = 2,403 \text{ Mg/m}^3$$

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 (AE) transmis :

6,3/10	Valeur affinée selon la teneur en liant AE mesurée
4/6,3	14,00%
0/4	28,80%
Filler	2,10%
AE	20,00%
Bitume d'apport	Valeur affinée selon la teneur en liant AE mesurée

La teneur en bitume totale doit être de 5,30%.

Pour ce faire, il a été demandé de prélever 2 prises d'essai représentatives de l'ensemble des agrégats d'enrobés reçus (conformément à la norme NF EN 12697-28 de février 2020) puis de réaliser 2 teneurs en liant (conformément à la norme NF EN 12697-1 de mars 2020).

En exemple :

Pour une teneur en liant AE mesurée de 5,86%, la formule de fabrication est la suivante :

6,3/10	30,97%
4/6,3	14,00%
0/4	28,80%
Filler	2,10%
AE	20,00%
Bitume d'apport	4,13%

La campagne s'est déroulée de la façon suivante :

- Inscription des laboratoires de mi-juillet 2022 à fin-août 2022 ;
- Confirmation d'inscription des laboratoires et engagement de la série en octobre 2022 ;
- Expédition des échantillons en janvier 2023 ;
- Transmission des résultats des laboratoires participants exigée au plus tard le 01 mai 2023.

Le nombre de participants inscrits à cette série est de 35 laboratoires.

72% des résultats ont été transmis dans le respect de ce délai, et 100% des résultats ont été transmis au plus tard début juin 2023

- Production du rapport de présentation des résultats pour septembre 2023.

## ***Préparation et expédition des échantillons***

### ***Laboratoire Support : Cerema Ouest – Agence d'Angers***

#### *Les matériaux*

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

Chaque palette est composée des matériaux suivants :

#### Méthode A ou B

- 2 seaux de 15 kg de matériau 0/4 ;
- 1 seau de 15 kg de matériau 4/6 ;
- 2 seaux de 15 kg de matériau 6/10 ;
- 2 sacs de 23 kg d'agrégats d'enrobés (méthode A) ou 1 sac de 23 kg d'agrégats d'enrobés (méthode B) ;
- 1 sac de 25kg de filler ;
- 1 pot de 10 kg de bitume.

#### Méthodes A et B

- 4 seaux de 15 kg de matériau 0/4 ;
- 2 seaux de 15 kg de matériau 4/6 ;
- 4 seaux de 15 kg de matériau 6/10 ;
- 2 sacs de 23 kg d'agrégats d'enrobés ;
- 1 sac de 25kg de filler ;
- 1 pot de 15 kg de bitume.

Les granulats proviennent d'un stock unique. Chaque granulats a fait l'objet d'une vérification de l'homogénéité par le Laboratoire Geos.

Le bitume provient d'un stock unique. Il a fait l'objet d'une vérification de l'homogénéité par le Cerema Centre Est – Agence d'Autun.

#### *Préparation*

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

- 120 seaux de 15 kg de 0/4 ;
- 59 seaux de 15 kg de 4/6 ;
- 120 seaux de 15 kg de 6/10 ;
- 70 sacs de 23 kg d'agrégats d'enrobés ;
- 35 sacs de 25 kg de filler ;
- 24 pots de 15 kg de bitume ;
- 11 pots de 10 kg de bitume.



### *Expédition des matériaux*

L'envoi des matériaux a été réalisé par le Cerema Ouest - Agence d'Angers.  
L'ensemble des échantillons nécessaires pour mener la série a été mis en place sur palette avant expédition.



## Vérification de l'homogénéité des échantillons de granulats

### Laboratoire Support : Geos (mesures) et GS EAPIC (exploitation)

Afin de vérifier que l'ensemble des échantillons granulaires est homogène, il est appliqué les dispositions de l'annexe B de la norme NF ISO 13528 d'octobre 2022 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  $\sigma_{PT}$ . 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 des granulats sur les fractions 0/4, 4/6,3 et 6,3/10, déterminée selon la norme NF EN 1097-6, de février 2022, § 8 pour les gravillons et § 9 pour le sable.

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

	$\rho_a$ (Mg/m <sup>3</sup> ) Sable 0/4	$\rho_a$ (Mg/m <sup>3</sup> ) Gravillon 4/6,3	$\rho_a$ (Mg/m <sup>3</sup> ) Gravillon 6,3/10
<b>Moyenne</b>	2,636	2,633	2,621
<b>r</b>	0,038	0,031	0,031
<b>R</b>	0,067	0,044	0,044
<b><math>\sigma_r</math></b>	0,014	0,011	0,011
<b><math>\sigma_R</math></b>	0,024	0,016	0,016
<b><math>\sigma_{pt}</math></b>	0,022	0,014	0,014
<b><math>0,3 \times \sigma_{PT}</math></b>	0,007	0,004	0,004
<b>Ecart-type Inter-échantillons <math>S_s</math></b>	0,005	0,003	0,000
<b>Validation <math>S_s \leq 0,3 \times \sigma_{PT}</math></b>	Condition vérifiée	Condition vérifiée	Condition vérifiée

Pour chacun des tests, le critère est satisfait.

On peut donc conclure que les échantillons granulaires sont homogènes.

## Vérification de l'homogénéité des échantillons de bitume

### Laboratoire Support : Cerema Centre Est - Agence d'Autun

Afin de vérifier que l'ensemble des échantillons de bitume est homogène, il est appliqué les dispositions de l'annexe B de la norme NF ISO 13528 d'octobre 2022 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  $\sigma_{PT}$ . 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

- L'essai de pénétrabilité déterminé selon la norme NF EN 1426 de janvier 2018
- L'essai Température Bille Anneau, selon la norme NF EN 1427 de janvier 2018

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

	Pénétrabilité (0,1 mm)	Température Bille Anneau (°C)
<b>Moyenne</b>	43,1	52,8
<b>Origine de r et R</b>	Norme NF EN 1426	Norme NF EN 1427
<b>r</b>	2	1
<b>R</b>	3	2
<b><math>\sigma_r</math></b>	0,17	0,105
<b><math>\sigma_R</math></b>	0,33	0,117
<b><math>\sigma_{pt}</math></b>	0,30	0,090
<b><math>0,3 \times \sigma_{PT}</math></b>	0,09	0,027
<b>Ecart-type Inter-échantillons <math>S_s</math></b>	0,08	0,003
<b>Validation <math>S_s \leq 0,3 \times \sigma_{PT}</math></b>	Condition vérifiée	Condition vérifiée

Pour chacun des tests, le critère est satisfait.

On peut donc conclure que les échantillons de bitume sont homogènes.

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

### Laboratoire Support : Cerema Ouest - Agence 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 NF ISO 13528 d'octobre 2022 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  $\sigma_{pt}$ .

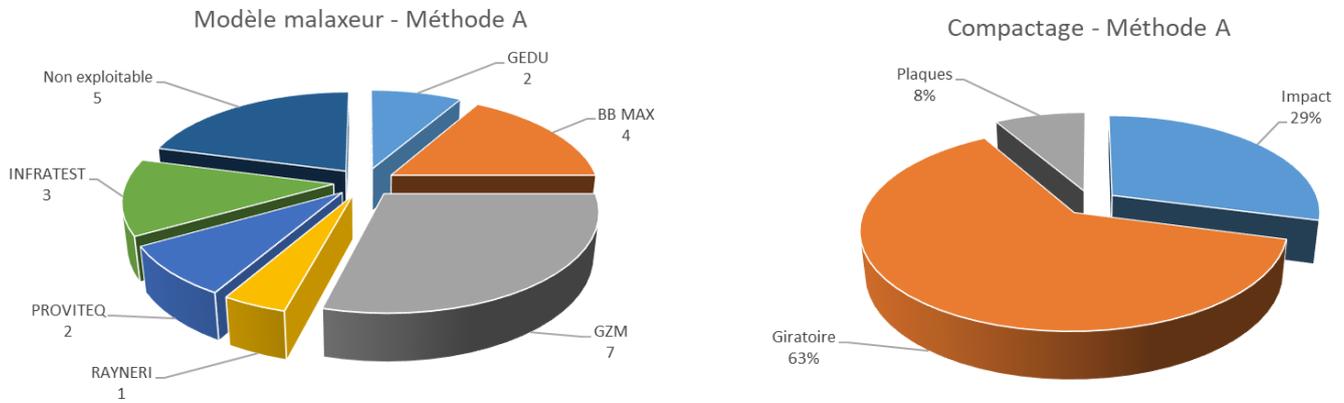
Les échantillons sont considérés comme répondant au critère d'homogénéité si  $s_s \leq 0,3 \times \sigma_{pt}$ .

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

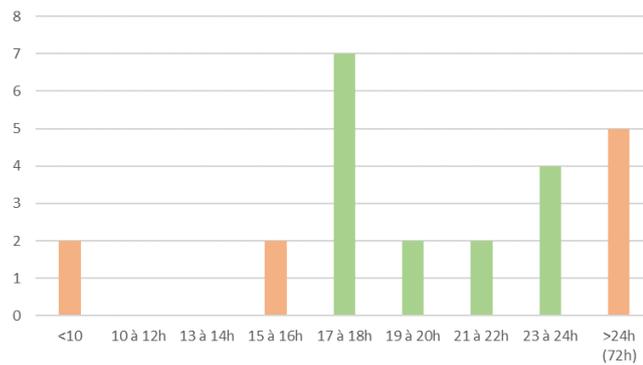
	Critère NF ISO 13528 (2022)
Moyenne	5,86
Origine de r et R	EAPIC 1.4.10
r	0,300
R	0,500
$0,3 \times \sigma_{pt}$	0,049
Ecart-type Inter-échantillons $s_s$	0,117
Validation $s_s \leq 0,3 \times \sigma_{pt}$	Condition non vérifiée

En conséquence, une consigne a été 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.

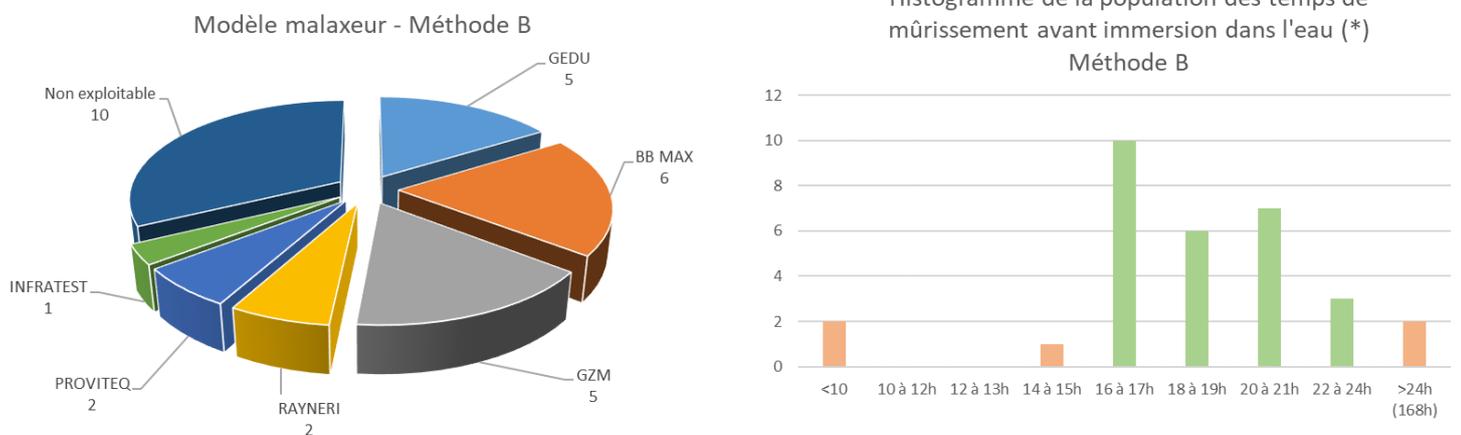
## Éléments de différenciation entre les participants



Histogramme de la population des temps de mûrissement avant immersion dans l'eau (\*)  
Méthode A



Histogramme de la population des temps de mûrissement avant immersion dans l'eau (\*)  
Méthode B



(\*) La norme préconise un temps de mûrissement compris entre 16 et 24h

## 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 successivement sur les résultats bruts :

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

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 de novembre 2022, 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

$\mu$  est la moyenne de la population brute

$\sigma$  est l'écart-type de la population brute

***Détermination de la sensibilité à l'eau***  
***Selon la norme NF EN 12697-12***  
***Méthode A***

# Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot sec

Selon la norme NF EN 12697-6, mode opératoire D

## Représentations graphiques

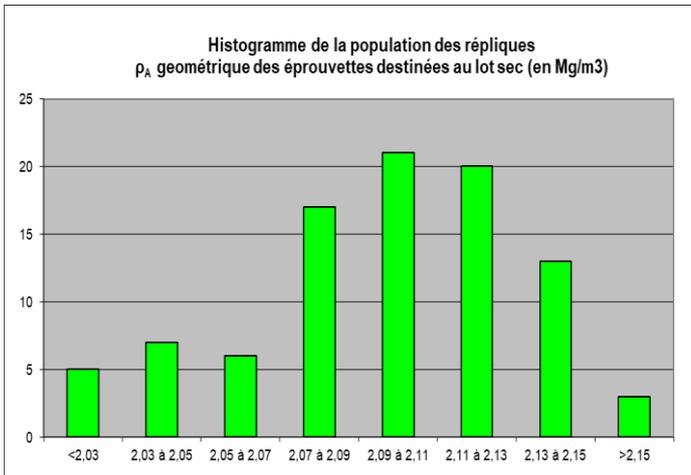
	Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Série antérieure Série 14 (*)
Nombre de résultats pris en compte	23	k Mandel : SENS1	22	r = 0,045
Moyenne m	2,098		2,101	
écart-type répétabilité	0,012		0,011	
répétabilité r	0,034		0,031	
écart-type reproductibilité	0,037		0,035	
reproductibilité R	0,104		0,097	

(\*) La norme ne précise pas à quelle méthode s'appliquent les formules de calculs de fidélité r et R.

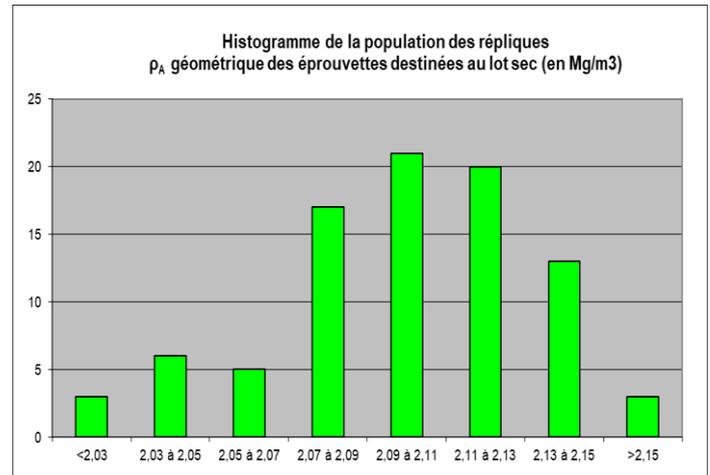
Les résultats du laboratoire SENS2 ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (une seule réplique réalisée). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

A la demande du laboratoire SENS19, ses résultats ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (2 méthodes de fabrication). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

Données brutes

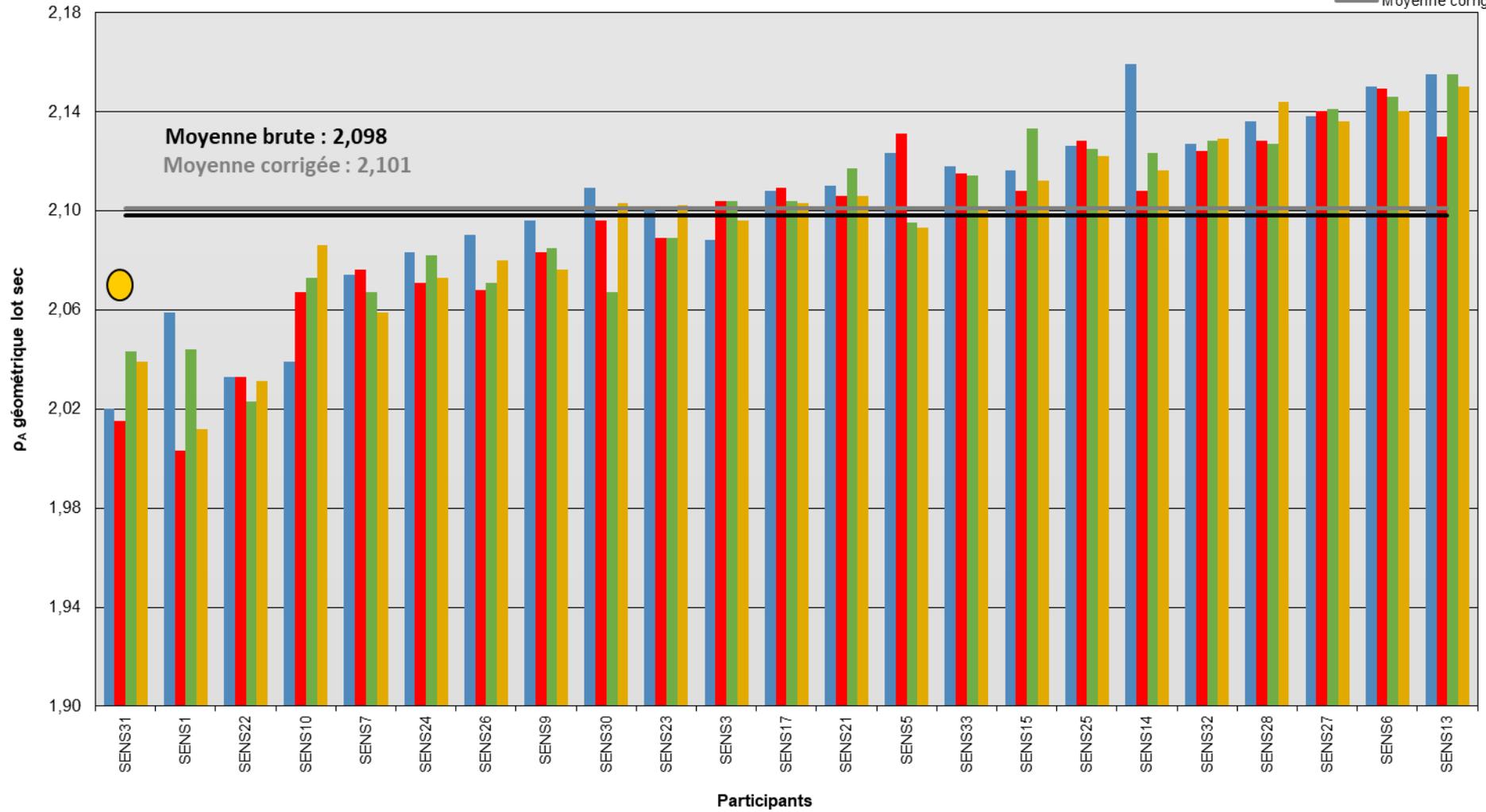


Données corrigées

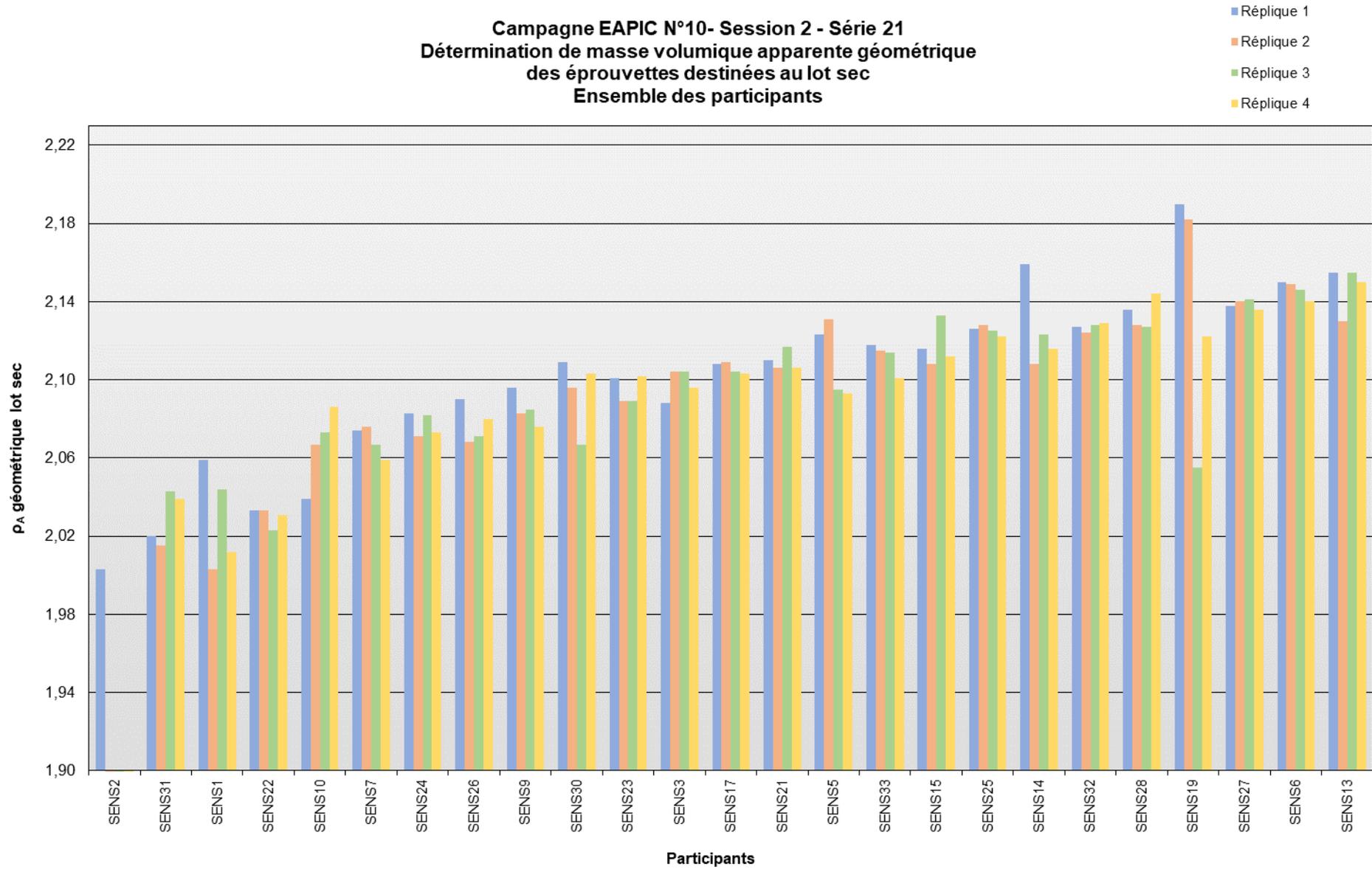


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot sec**

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test k Mandel (intra-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot sec**  
**Ensemble des participants**



*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
SENS3	0,00	0,00
SENS23	0,00	0,07
SENS30	0,00	0,11
SENS17	0,01	0,22
SENS21	0,01	0,32
SENS5	0,01	0,34
SENS9	0,01	0,35
SENS33	0,01	0,38
SENS15	0,02	0,52
SENS24	0,02	0,55
SENS26	0,02	0,55
SENS25	0,03	0,74
SENS14	0,03	0,77
SENS7	0,03	0,78
SENS32	0,03	0,78
SENS10	0,03	0,85
SENS28	0,04	0,97

**Écart supérieur à 1 écart-type**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS27	0,04	1,10
SENS6	0,05	1,30
SENS13	0,05	1,34
SENS22	0,07	1,83
SENS1	0,07	1,84
SENS31	0,07	1,85

# Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot humide

Selon la norme NF EN 12697-6, mode opératoire D

## Représentations graphiques

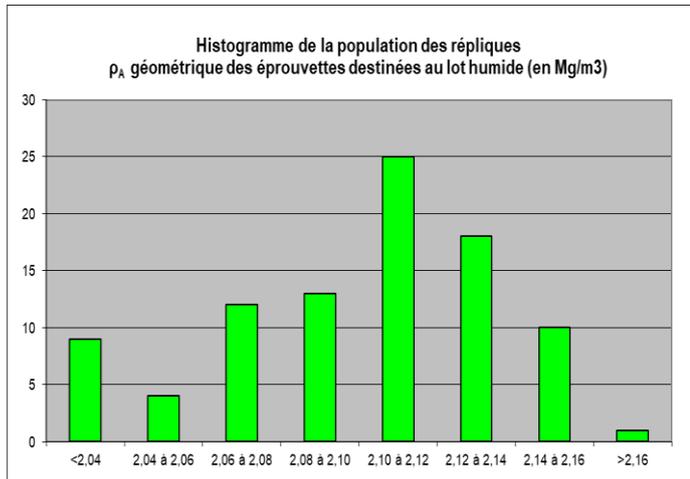
	Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Série antérieure Série 14 (*)
Nombre de résultats pris en compte	23	Cochran SENS1  K Mandel SENS14 SENS30	20	r = 0,046  R = 0,168
Moyenne m	2,099		2,101	
écart-type répétabilité	0,012		0,009	
répétabilité r	0,034		0,025	
écart-type reproductibilité	0,038		0,036	
reproductibilité R	0,105		0,100	

(\*) La norme ne précise pas à quelle méthode s'appliquent les formules de calculs de fidélité r et R.

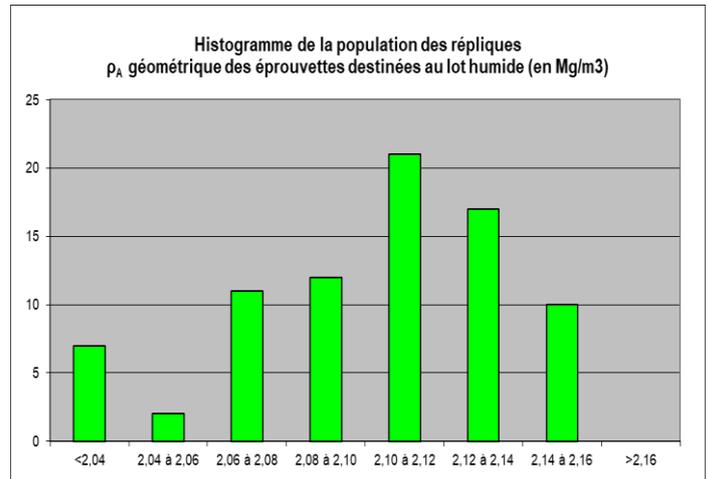
Les résultats du laboratoire SENS2 ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (une seule réplique réalisée). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

A la demande du laboratoire SENS19, ses résultats ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (2 méthodes de fabrication). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

Données brutes

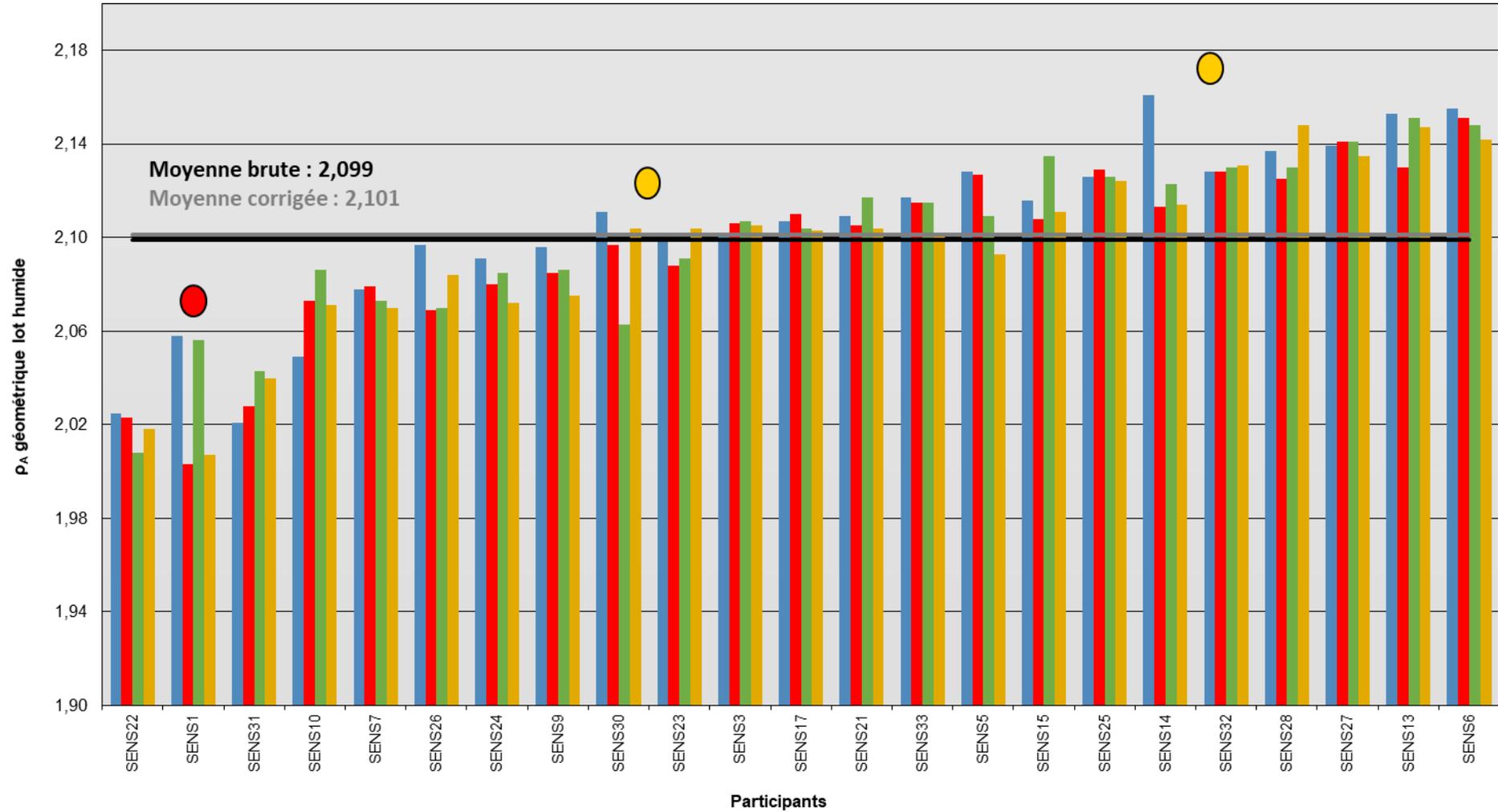


Données corrigées

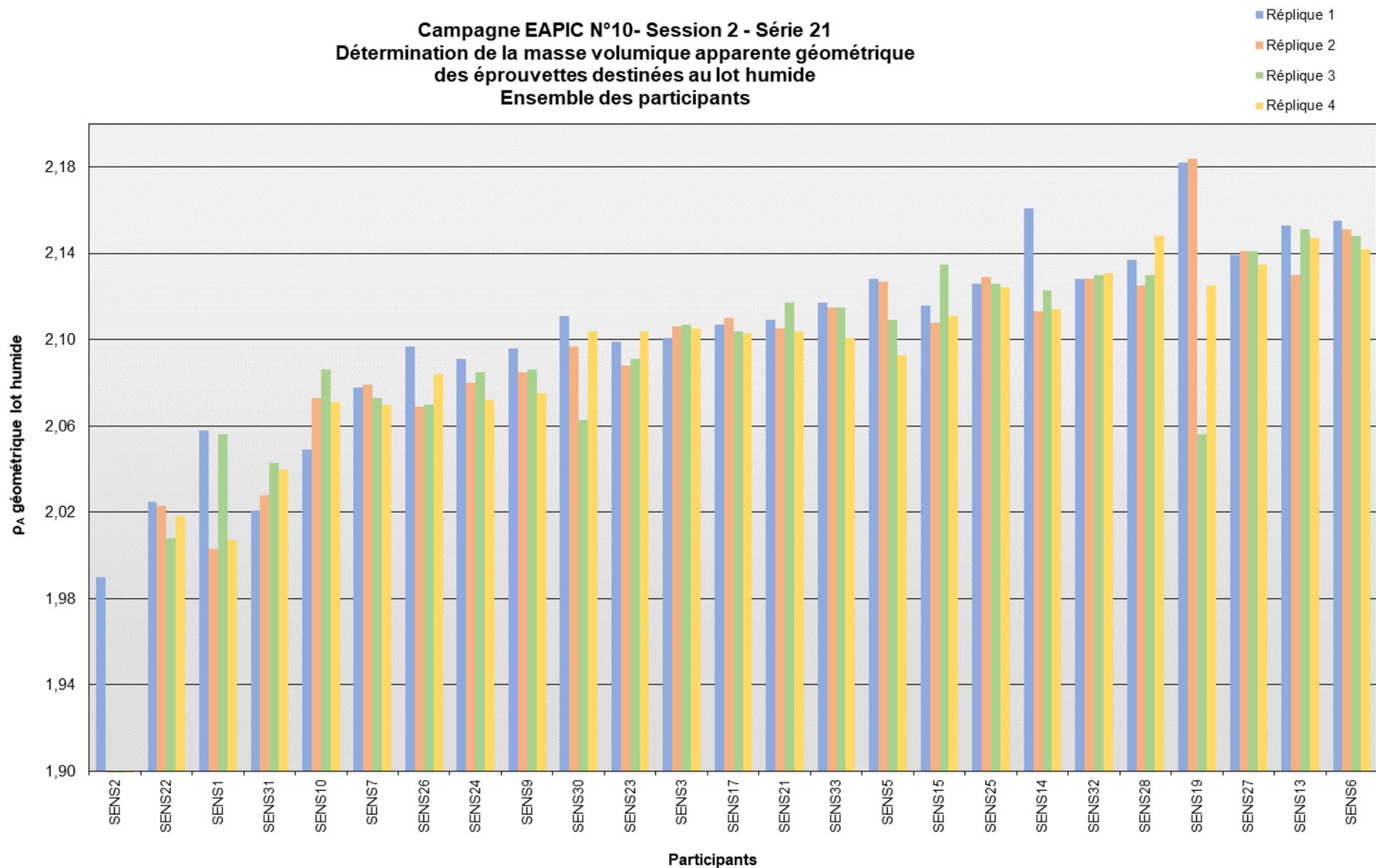


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test k Mandel (intra-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée
- ▭ Test Grubbs (inter-laboratoire)
- ▭ Test h Mandel (inter-laboratoire)



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**  
**Ensemble des participants**



*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
SENS23	0,00	0,10
SENS30	0,01	0,14
SENS3	0,01	0,15
SENS17	0,01	0,18
SENS21	0,01	0,26
SENS33	0,01	0,34
SENS9	0,01	0,36
SENS5	0,02	0,40
SENS24	0,02	0,45
SENS15	0,02	0,49
SENS26	0,02	0,51
SENS7	0,02	0,64
SENS25	0,03	0,72
SENS14	0,03	0,76
SENS10	0,03	0,78
SENS32	0,03	0,80
SENS28	0,04	0,95

**Écart supérieur à 1 écart type**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS27	0,04	1,06
SENS13	0,05	1,23
SENS6	0,05	1,33
SENS31	0,07	1,76
SENS1	0,07	1,81

**Écart supérieur à 2 écarts types**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS22	0,08	2,14

# Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné (ITSR)

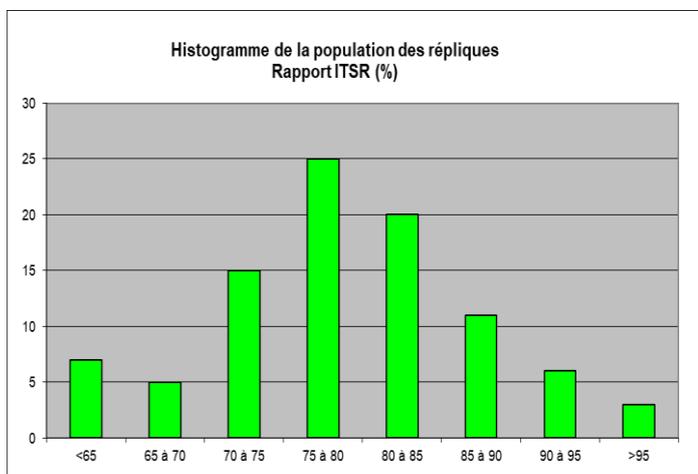
## Représentations graphiques

	Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Série antérieure Série 14	NF EN 12697-12 Méthode A
Nombre de résultats pris en compte	23	Grubbs SENS17	22	r = 13,2	r = 15
Moyenne m	78,5		80,0		
écart-type répétabilité	4,2		4,2		
répétabilité r	11,7		11,9	R = 33,8	R = 23
écart-type reproductibilité	10,6		8,3		
reproductibilité R	29,6		23,1		

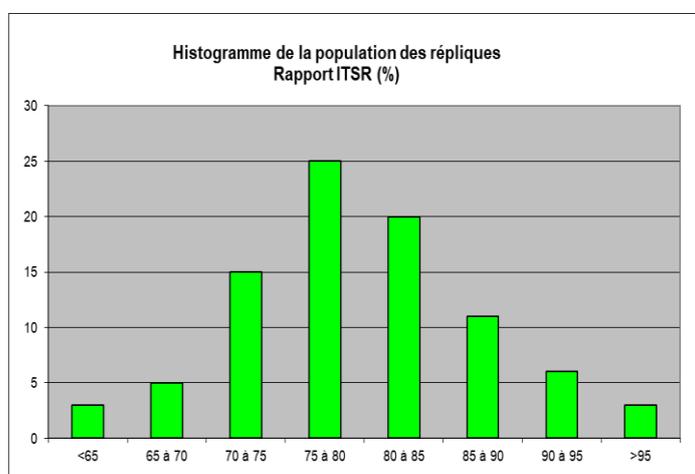
Les résultats du laboratoire SENS2 ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (une seule réplique réalisée). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

A la demande du laboratoire SENS19, ses résultats ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (2 méthodes de fabrication). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

Données brutes

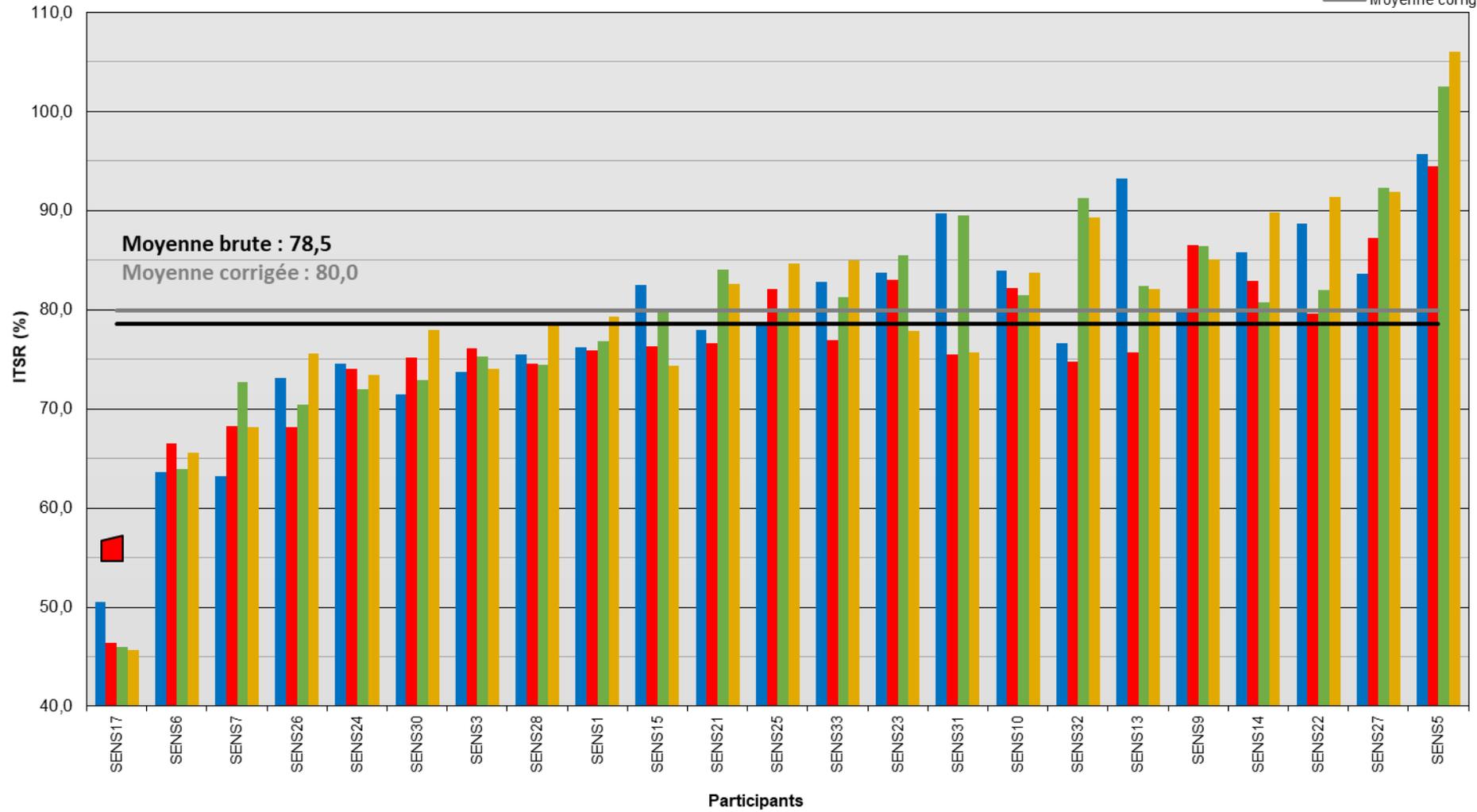


Données corrigées

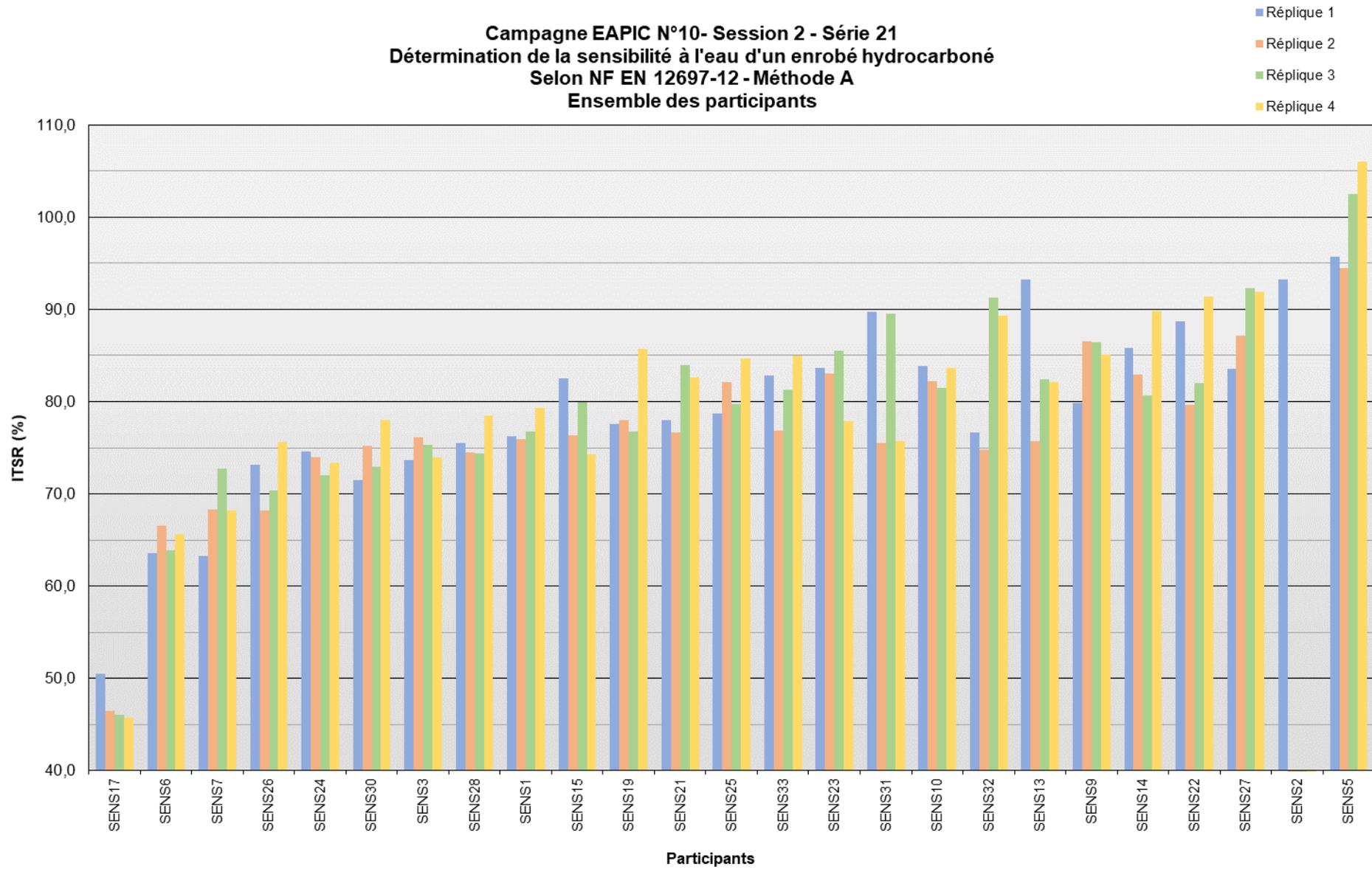


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné**  
**Selon NF EN 12697-12 - Méthode A**

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test k Mandel (intra-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4
- ▭ Test Grubbs (inter-laboratoire)
- ▭ Test h Mandel (inter-laboratoire)
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné**  
**Selon NF EN 12697-12 - Méthode A**  
**Ensemble des participants**



*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
SENS15	0,28	0,03
SENS1	1,48	0,14
SENS21	1,77	0,17
SENS25	2,77	0,26
SENS28	2,80	0,26
SENS33	2,97	0,28
SENS3	3,75	0,35
SENS23	4,00	0,38
SENS31	4,07	0,38
SENS30	4,13	0,39
SENS10	4,30	0,41
SENS32	4,47	0,42
SENS13	4,82	0,46
SENS24	5,03	0,48
SENS9	5,92	0,56
SENS14	6,27	0,59
SENS26	6,70	0,63
SENS22	6,90	0,65
SENS27	10,22	0,97
SENS7	10,43	0,99

**Écart supérieur à 1 écart type**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS6	13,63	1,29

**Écart supérieur à 2 écarts types**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS5	21,15	2,00
SENS17	31,38	2,96



***Détermination de la sensibilité à l'eau***  
***Selon la norme NF EN 12697-12***  
***Méthode B***

# Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot sec

Selon la norme NF EN 12697-6, mode opératoire D

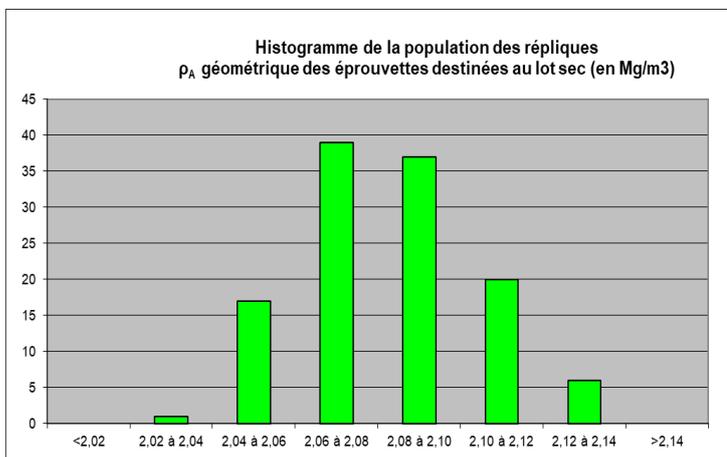
## Représentations graphiques

	Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Série antérieure Série 14 (*)
Nombre de résultats pris en compte	30	k Mandel : SENS14 SENS26 SENS1 SENS4	26	r = 0,025  R = 0,048
Moyenne m	2,083		2,083	
écart-type répétabilité	0,014		0,009	
répétabilité r	0,040		0,026	
écart-type reproductibilité	0,022		0,020	
reproductibilité R	0,061		0,057	

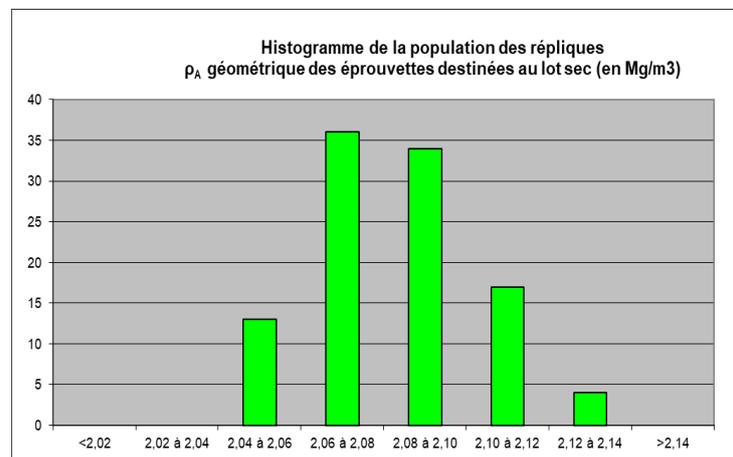
(\*) La norme ne précise pas à quelle méthode s'appliquent les formules de calculs de fidélité r et R.

Les résultats du laboratoire SENS2 ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (une seule réplique réalisée). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

Données brutes

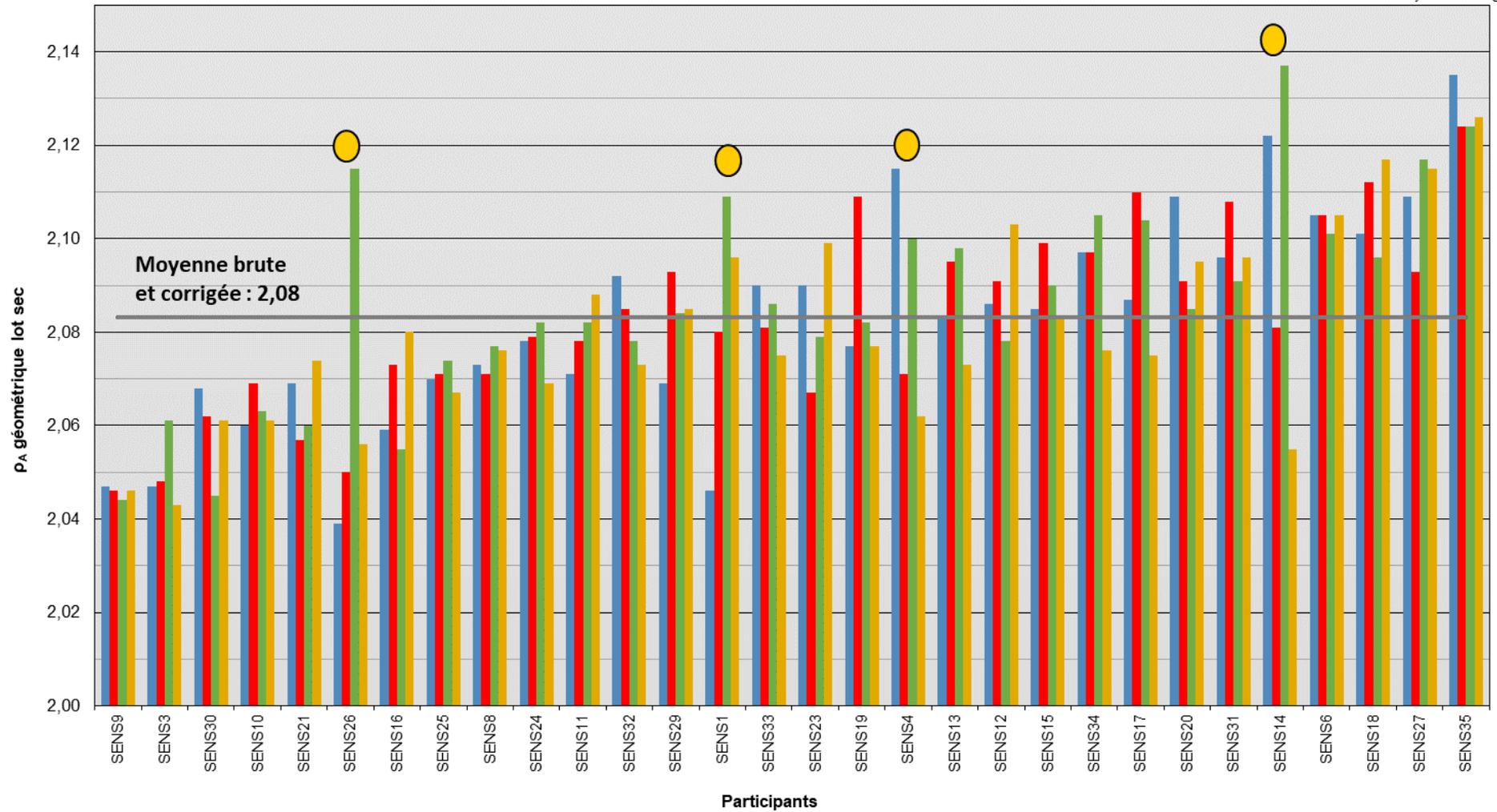


Données corrigées

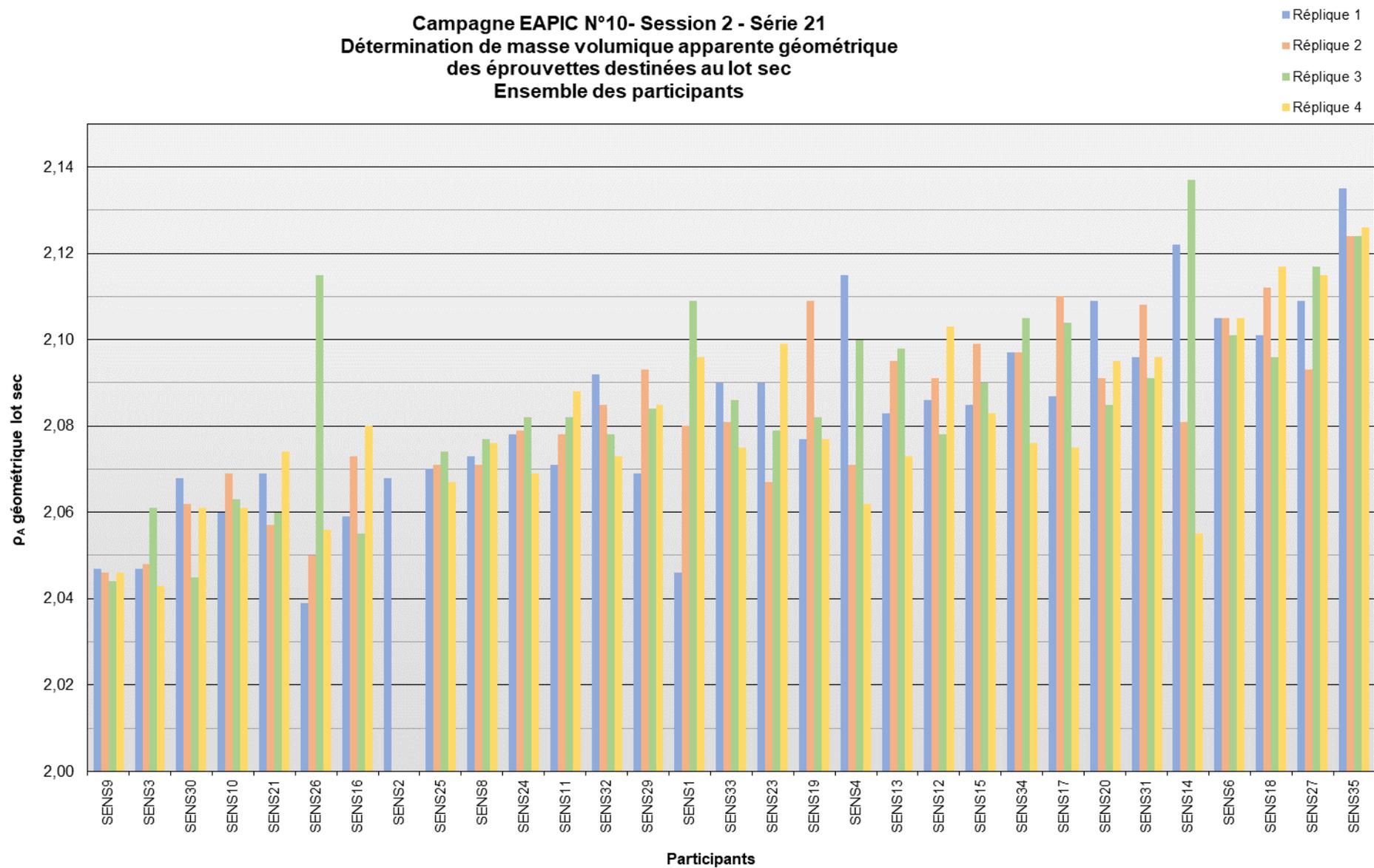


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot sec**

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test k Mandel (intra-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée
- ▭ Test Grubbs (inter-laboratoire)
- ▭ Test h Mandel (inter-laboratoire)



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot sec**  
**Ensemble des participants**



*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
SENS33	0,00	0,01
SENS29	0,00	0,02
SENS23	0,00	0,03
SENS1	0,00	0,02
SENS32	0,00	0,05
SENS19	0,00	0,14
SENS11	0,00	0,16
SENS4	0,00	0,18
SENS13	0,00	0,19
SENS12	0,01	0,29
SENS24	0,01	0,28
SENS15	0,01	0,28
SENS8	0,01	0,41
SENS34	0,01	0,49
SENS17	0,01	0,50
SENS20	0,01	0,54
SENS25	0,01	0,58
SENS31	0,01	0,67
SENS14	0,02	0,72
SENS16	0,02	0,76
SENS26	0,02	0,84
SENS21	0,02	0,84
SENS10	0,02	0,92
SENS6	0,02	0,96

**Écart supérieur à 1 écart type**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS18	0,02	1,07
SENS30	0,02	1,11
SENS27	0,03	1,17
SENS3	0,03	1,54
SENS9	0,04	1,72

**Écart supérieur à 2 écarts types**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS35	0,04	2,02

# Détermination de la masse volumique apparente géométrique des éprouvettes destinées au lot humide

Selon la norme NF EN 12697-6, mode opératoire D

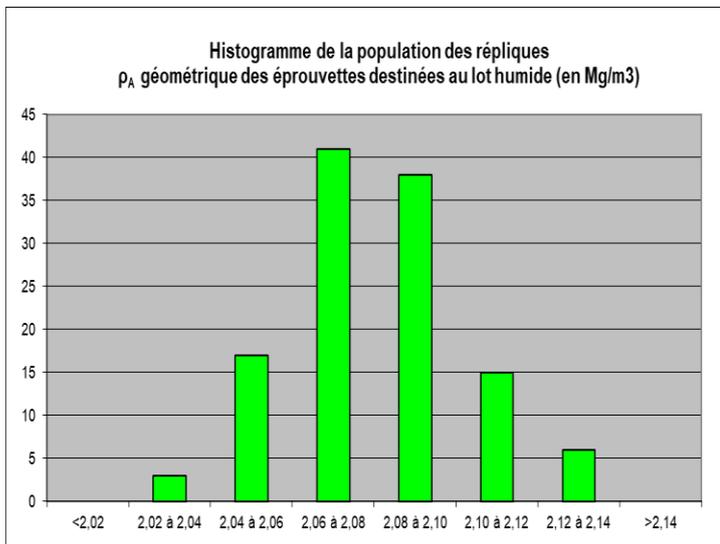
## Représentations graphiques

	Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Série antérieure Série 14 (*)
Nombre de résultats pris en compte	30	K Mandel SENS14 SENS4 SENS1	27	r = 0,025  R = 0,048
Moyenne m	2,081		2,081	
écart-type répétabilité	0,012		0,009	
répétabilité r	0,034		0,026	
écart-type reproductibilité	0,021		0,021	
reproductibilité R	0,059		0,059	

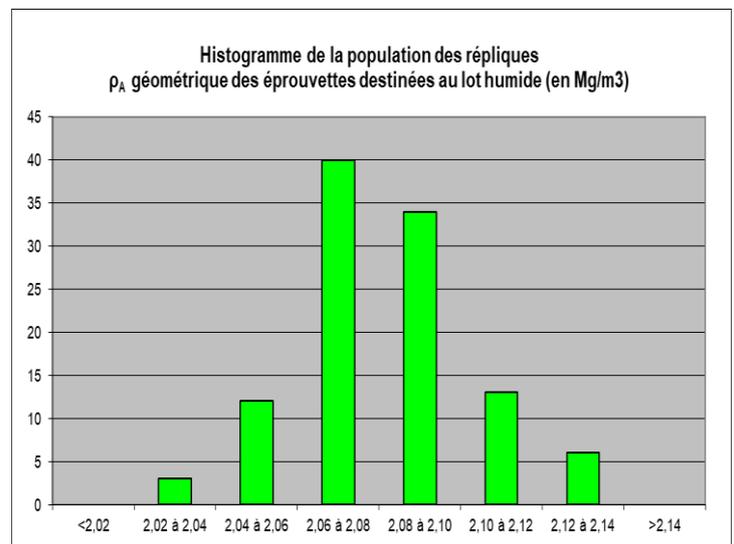
(\*) La norme ne précise pas à quelle méthode s'appliquent les formules de calculs de fidélité r et R.

Les résultats du laboratoire SENS2 ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (une seule réplique réalisée). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

Données brutes

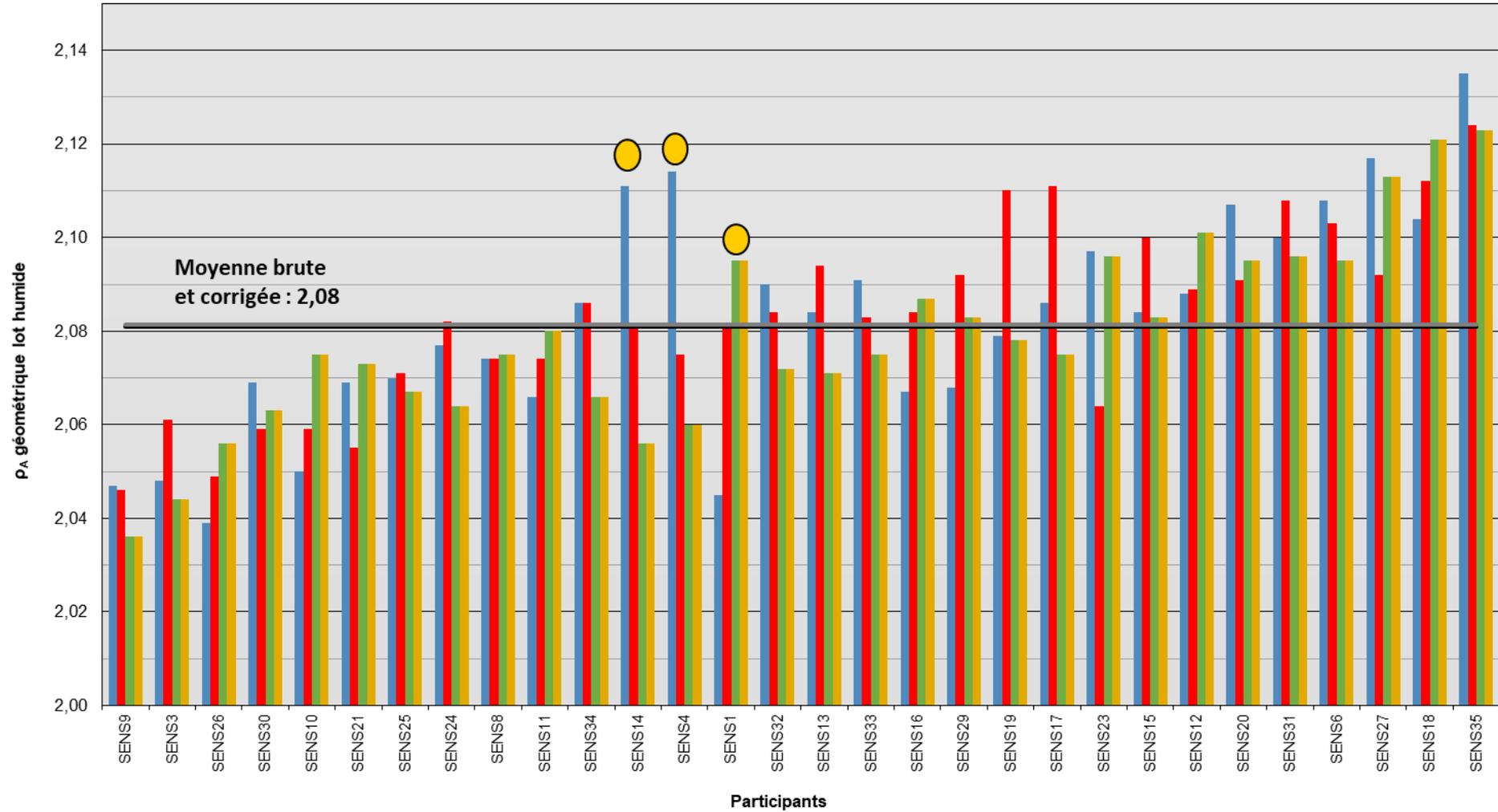


Données corrigées

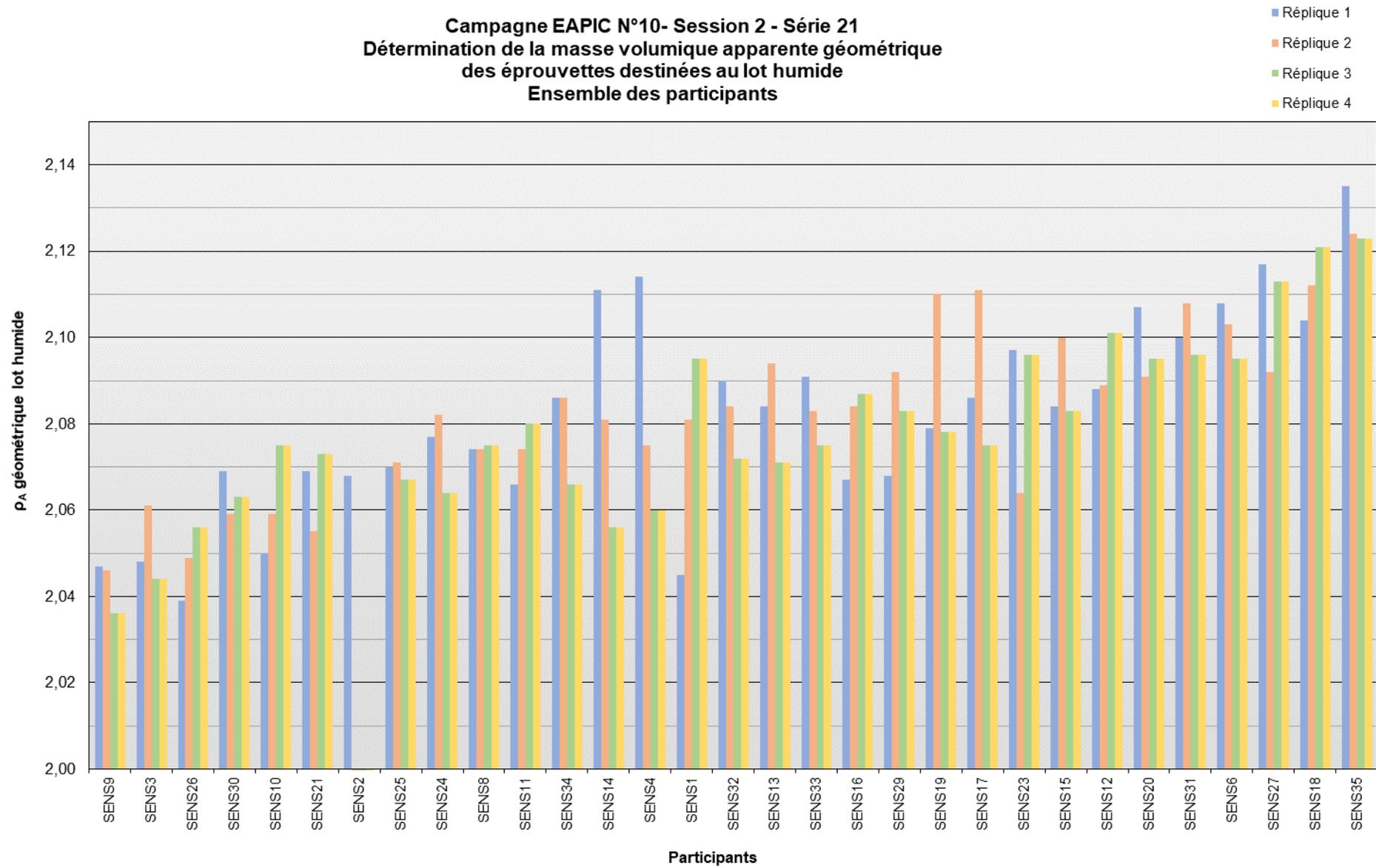


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test k Mandel (intra-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée
- ▭ Test Grubbs (inter-laboratoire)
- ▭ Test h Mandel (inter-laboratoire)



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la masse volumique apparente géométrique**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**  
**Ensemble des participants**



*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
SENS33	0,00	0,00
SENS16	0,00	0,01
SENS29	0,00	0,03
SENS13	0,00	0,04
SENS32	0,00	0,07
SENS1	0,00	0,09
SENS4	0,00	0,17
SENS14	0,00	0,23
SENS34	0,00	0,23
SENS19	0,01	0,25
SENS17	0,01	0,27
SENS11	0,01	0,28
SENS8	0,01	0,30
SENS23	0,01	0,34
SENS15	0,01	0,31
SENS24	0,01	0,43
SENS25	0,01	0,57
SENS21	0,01	0,63
SENS12	0,01	0,65
SENS20	0,02	0,76
SENS10	0,02	0,76
SENS30	0,02	0,82
SENS31	0,02	0,90
SENS6	0,02	0,91

**Écart supérieur à 1 écart type**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS27	0,03	1,31
SENS26	0,03	1,46
SENS3	0,03	1,49
SENS18	0,03	1,58
SENS9	0,04	1,87

**Écart supérieur à 2 écarts types**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS35	0,05	2,13

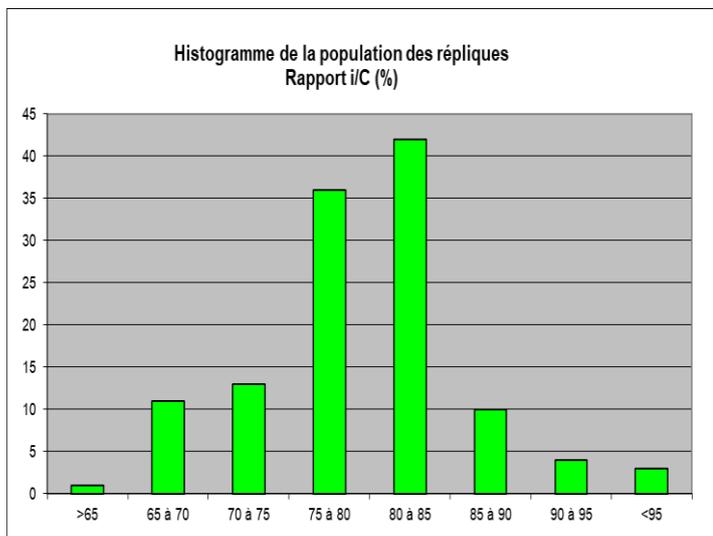
# Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné (i/C)

## Représentations graphiques

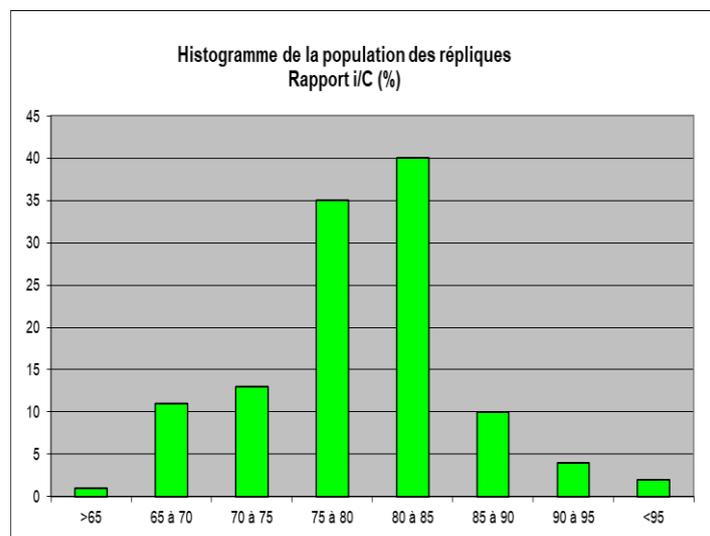
	Données brutes	Résultats écartés par les tests statistiques	Données corrigées	Série antérieure Série 14	NF EN 12697-12 Méthode B
Nombre de résultats pris en compte	30	Grubbs SENS14	29	r = 9,4	r = 7,8
Moyenne m	79,4		79,2		
écart-type répétabilité	2,6		2,4		
répétabilité r	7,4		6,7	R = 19	R = 13,4
écart-type reproductibilité	6,6		6,5		
reproductibilité R	18,4		18,1		

Les résultats du laboratoire SENS2 ne sont pas pris en compte dans le traitement statistique (une seule réplique réalisée). Ses résultats sont indiqués dans le graphe des données brutes sans analyse statistique.

Données brutes

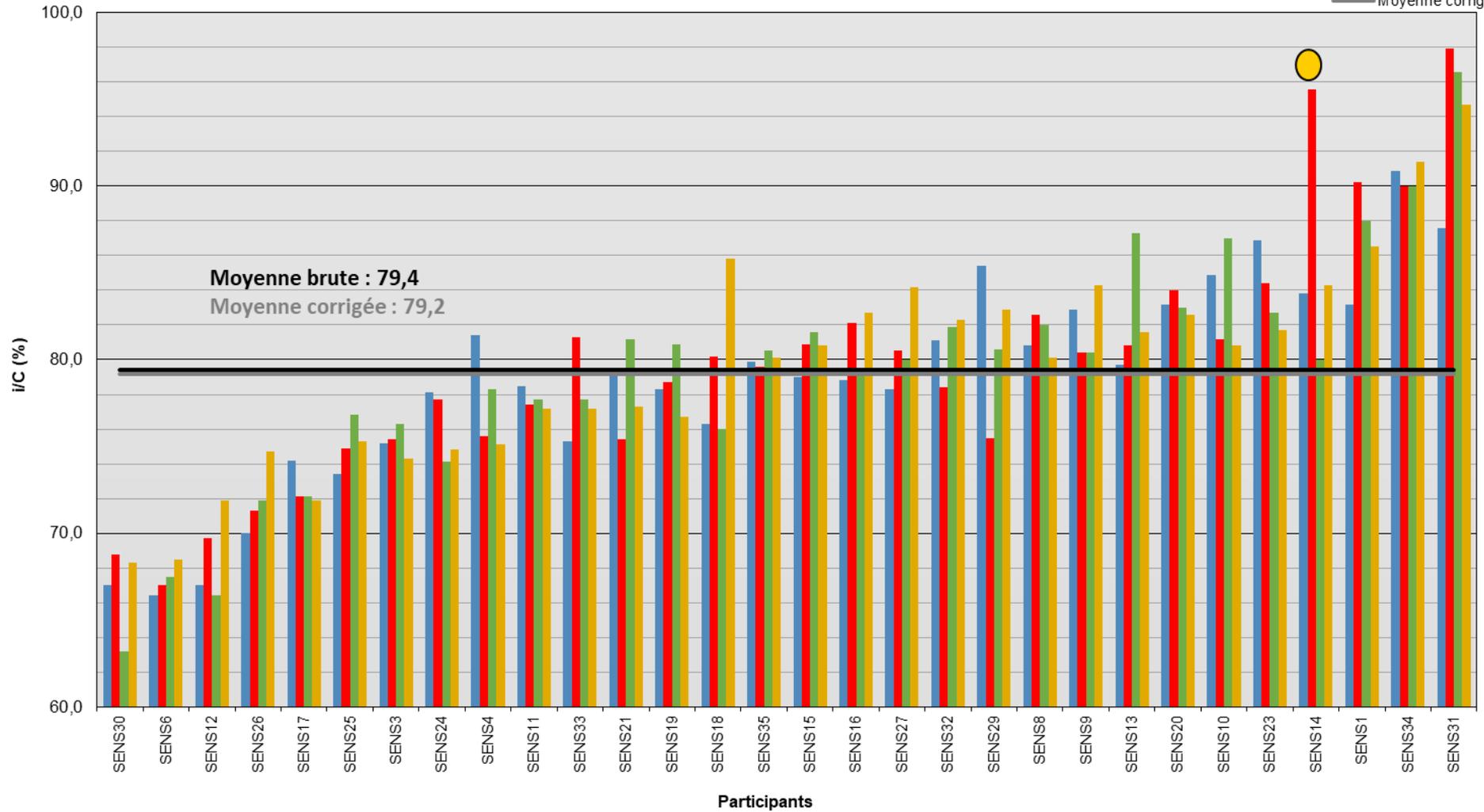


Données corrigées

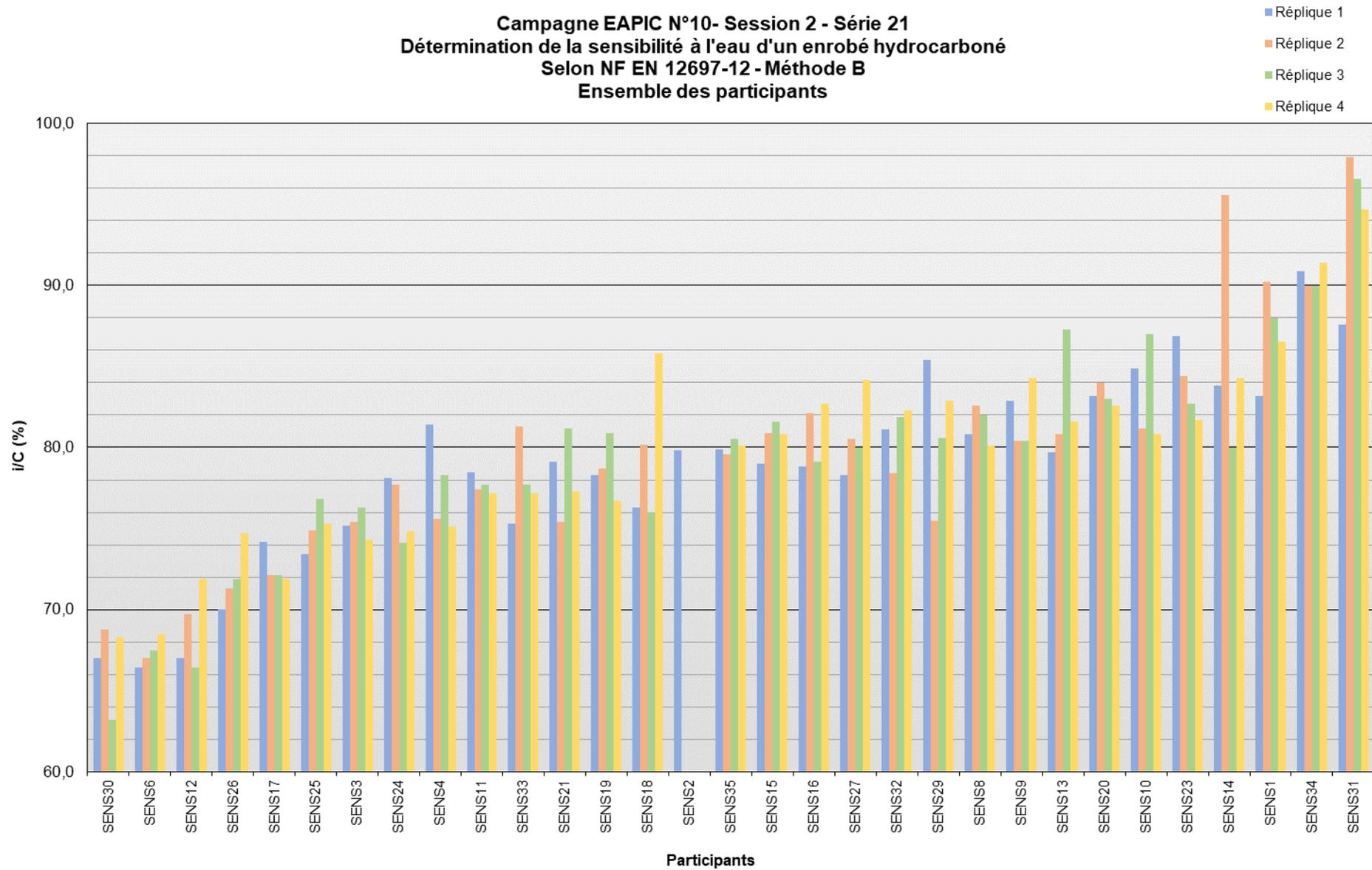


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné**  
**Selon NF EN 12697-12 - Méthode B**

- Test Cochran (intra-laboratoire)
- Test k Mandel (intra-laboratoire)
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4
- ▭ Test Grubbs (inter-laboratoire)
- ▭ Test h Mandel (inter-laboratoire)
- Moyenne brute
- Moyenne corrigée



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la sensibilité à l'eau d'un enrobé hydrocarboné**  
**Selon NF EN 12697-12 - Méthode B**  
**Ensemble des participants**



*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
SENS18	0,18	0,03
SENS35	0,63	0,10
SENS19	0,74	0,11
SENS21	1,14	0,17
SENS15	1,18	0,18
SENS16	1,28	0,20
SENS27	1,36	0,21
SENS33	1,52	0,23
SENS32	1,53	0,23
SENS11	1,69	0,26
SENS29	1,71	0,26
SENS4	1,79	0,27
SENS8	1,98	0,30
SENS9	2,61	0,40
SENS13	2,96	0,45
SENS24	3,22	0,49
SENS20	3,81	0,58
SENS10	4,08	0,62
SENS3	4,09	0,62
SENS25	4,29	0,65
SENS23	4,53	0,69
SENS14	6,53	0,99

**Écart supérieur à 1 écart type**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS17	6,82	1,04
SENS26	7,42	1,13
SENS1	7,58	1,15
SENS12	10,64	1,62
SENS34	11,18	1,70
SENS6	12,04	1,83
SENS30	12,57	1,91

**Écart supérieur à 2 écarts types**

Code résultats	Écart à la moyenne	Z-Score
SENS31	14,81	2,25

## 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**.

### *Groupé Spécialisé EAPIC*

**Membres :**

ARGHYRIS Adso  
DANIEL Vincent  
DELFOSSÉ Frédéric  
DUPRIET Stéphane  
LE CUNFF Franck  
PIOT Géraldine  
PRIEZ Christophe

**Secrétaire Général :** Frédéric DELFOSSÉ

### *Cellule Exécutive EAPIC*

**Cerema IDF- Site de Sourdun :** PIOT Géraldine

### *Laboratoires Supports EAPIC*

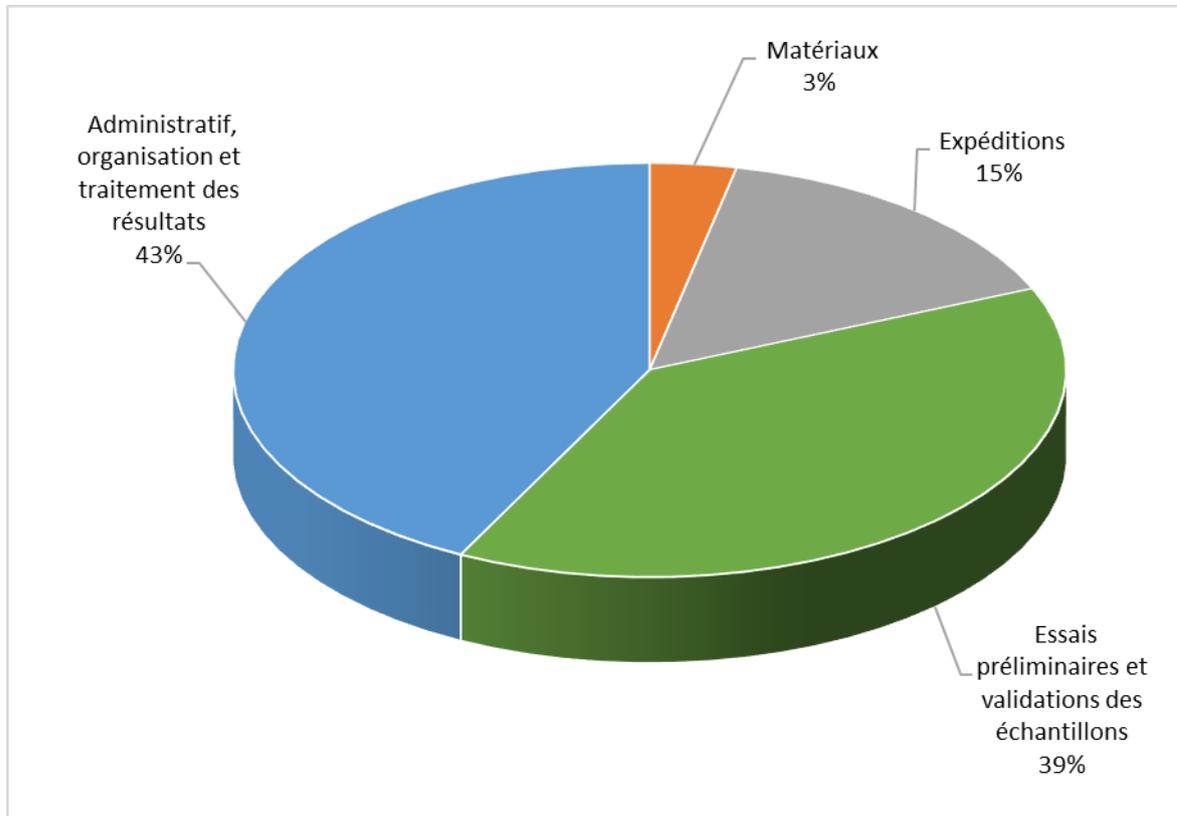
**Cerema Ouest - Agence d'Angers :** DANIEL Vincent

**Cerema Centre Est - Agence d'Autun :** ARGHYRIS Adso

## **Annexes**

- Bilan financier
- Méthode A
  - Résistance à la traction indirecte moyenne des éprouvettes du lot sec
  - Résistance à la traction indirecte moyenne des éprouvettes du lot humide
  - Teneur en vides des éprouvettes du lot sec
  - Teneur en vides des éprouvettes du lot humide
- Méthode B
  - Résistance à la compression moyenne des éprouvettes du lot sec
  - Résistance à la compression moyenne des éprouvettes du lot humide
  - Teneur en vides des éprouvettes du lot sec
  - Teneur en vides des éprouvettes du lot humide
  -

## Bilan financier

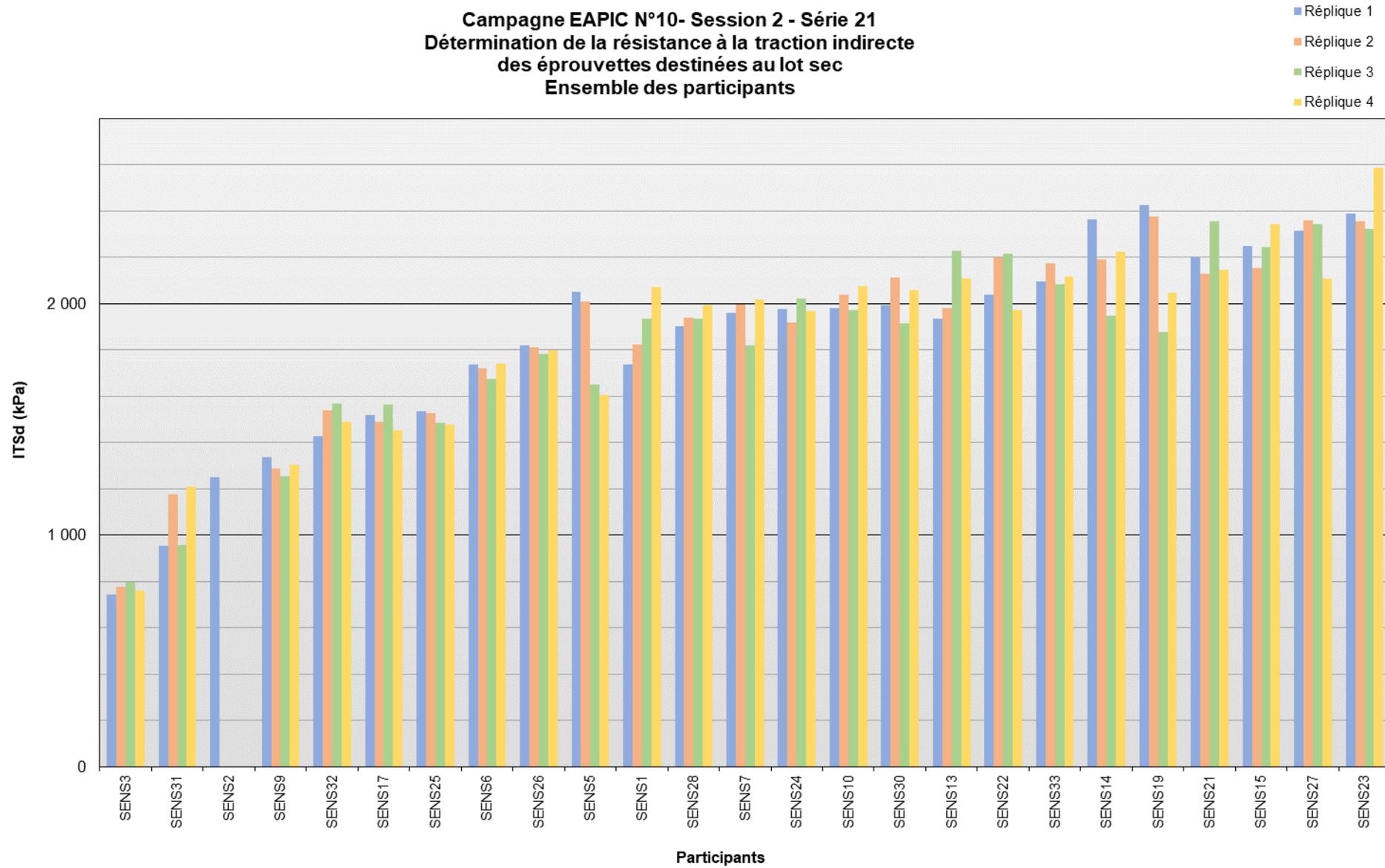


## ***Méthode A***

***Détermination de la résistance à la traction indirecte des éprouvettes (lot sec et lot humide)***

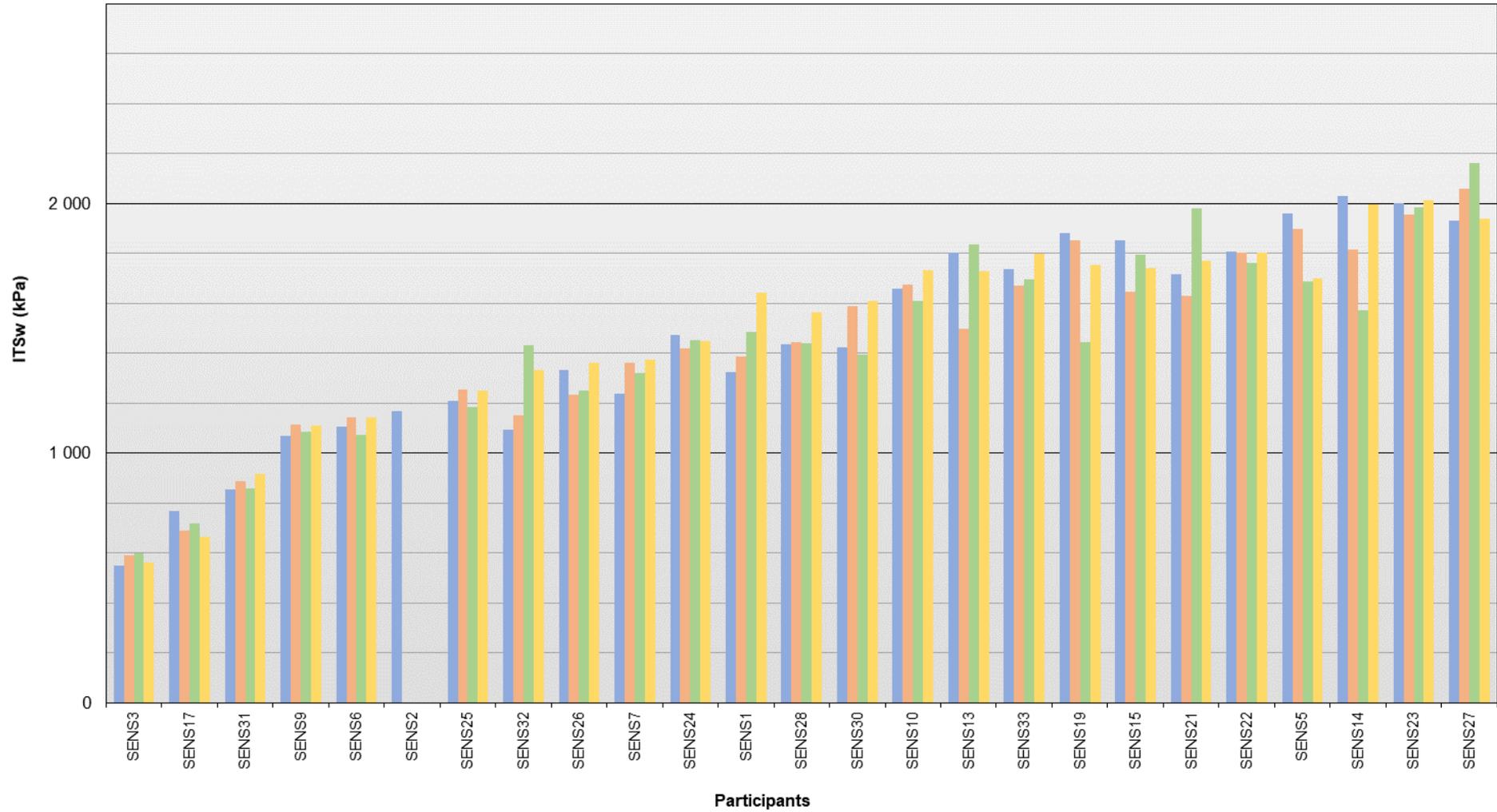
***Détermination de la teneur en vides des éprouvettes (lot sec et lot humide)***

**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la résistance à la traction indirecte**  
**des éprouvettes destinées au lot sec**  
**Ensemble des participants**

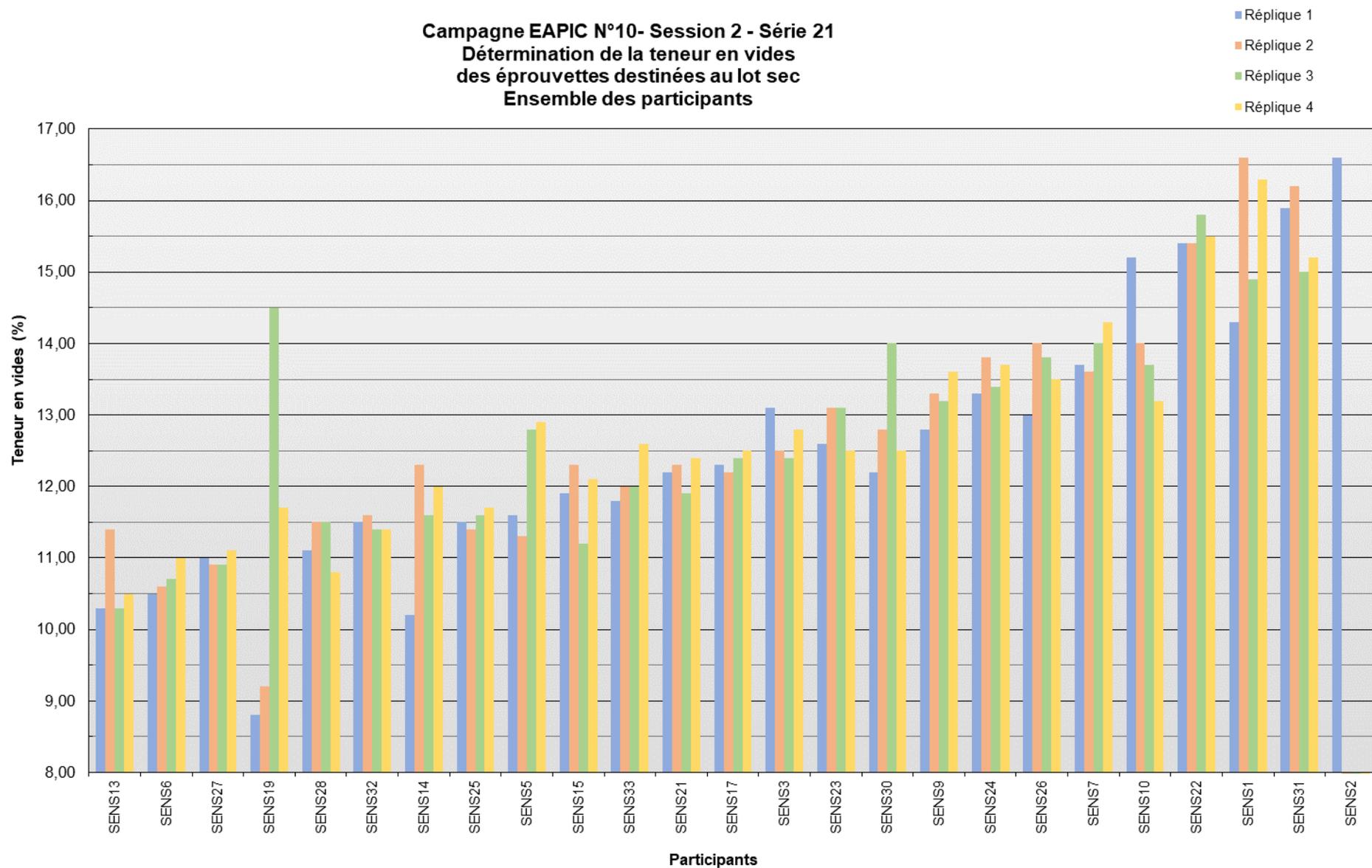


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la résistance à la traction indirecte**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**  
**Ensemble des participants**

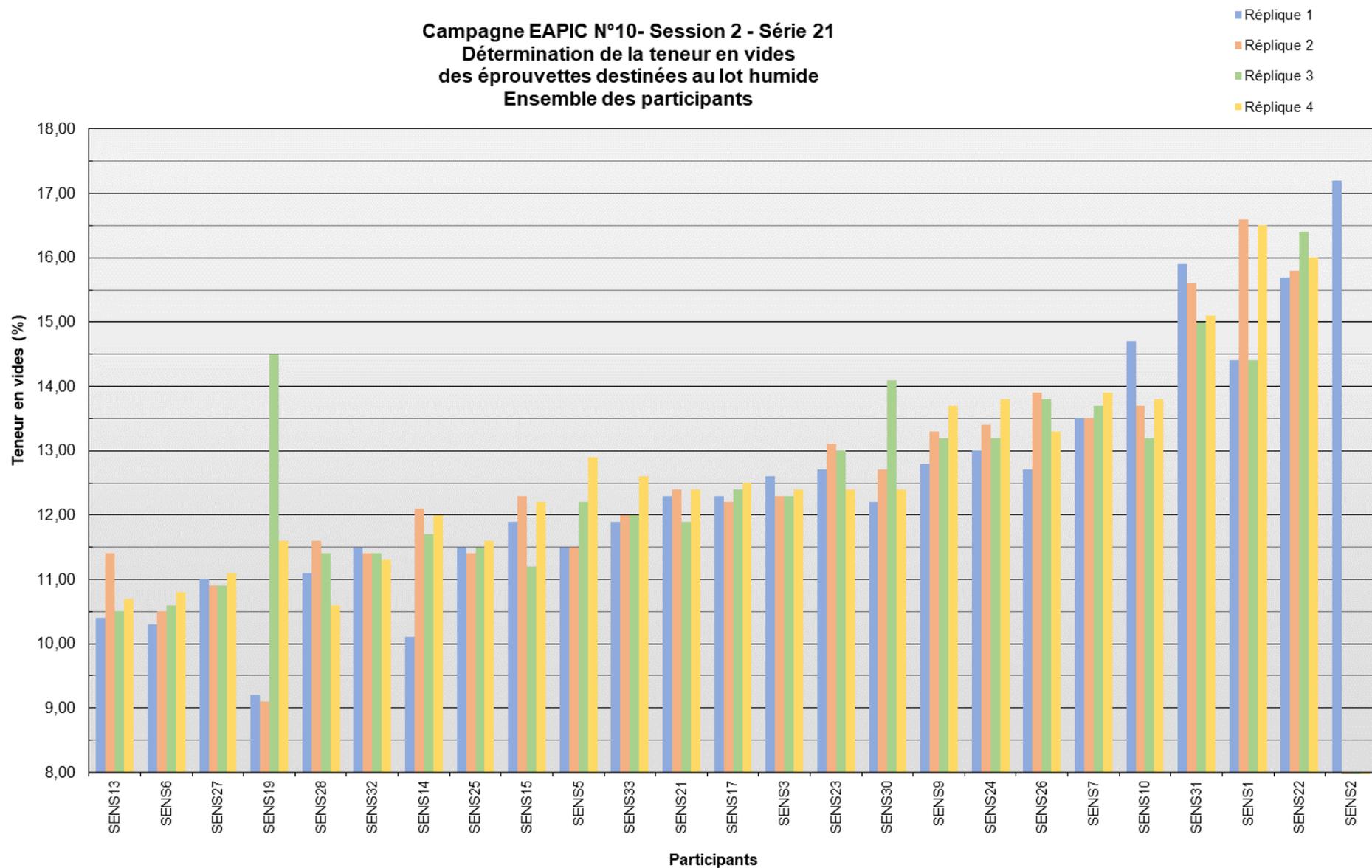
- Réplique 1
- Réplique 2
- Réplique 3
- Réplique 4



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la teneur en vides**  
**des éprouvettes destinées au lot sec**  
**Ensemble des participants**



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la teneur en vides**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**  
**Ensemble des participants**



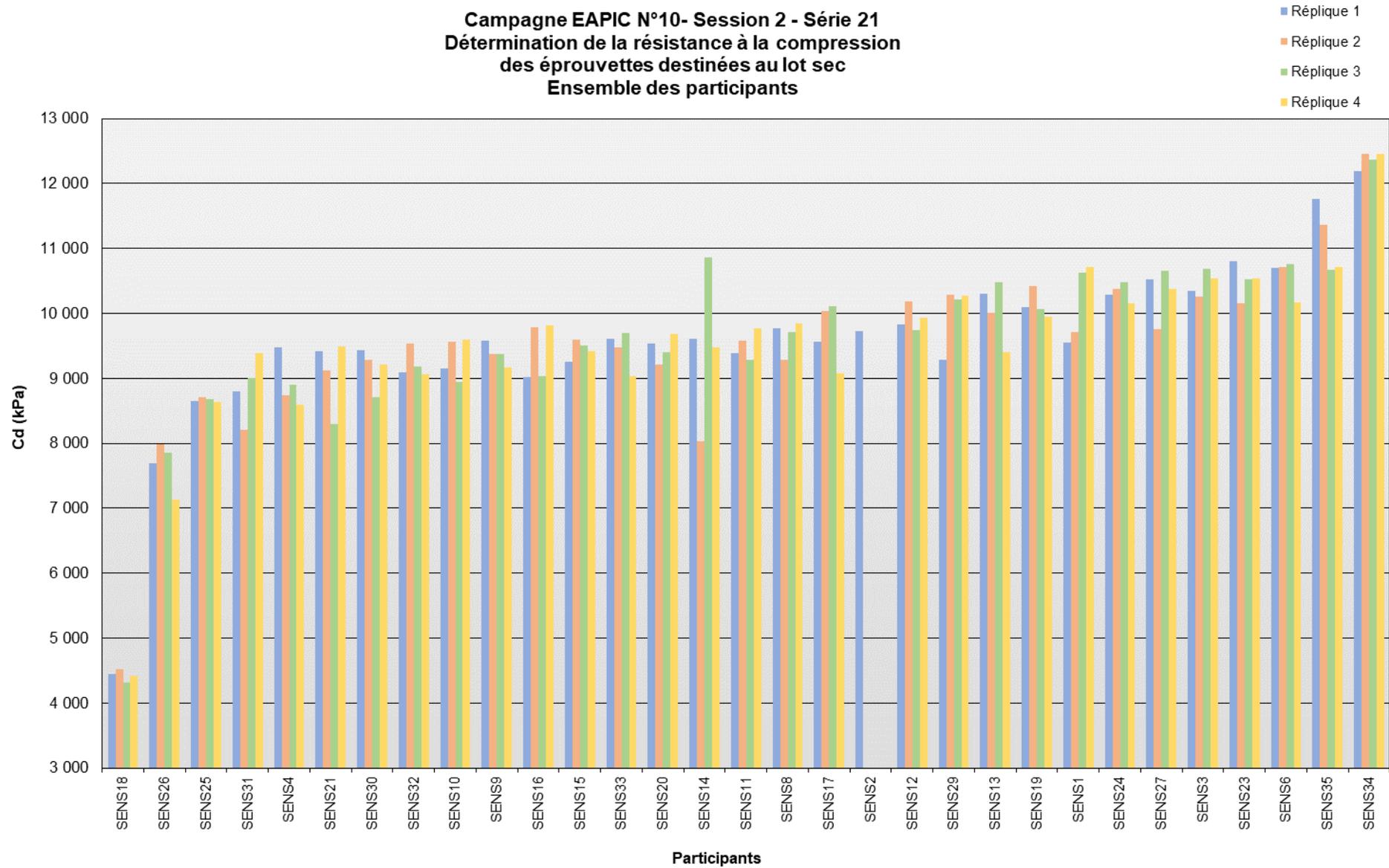


## ***Méthode B***

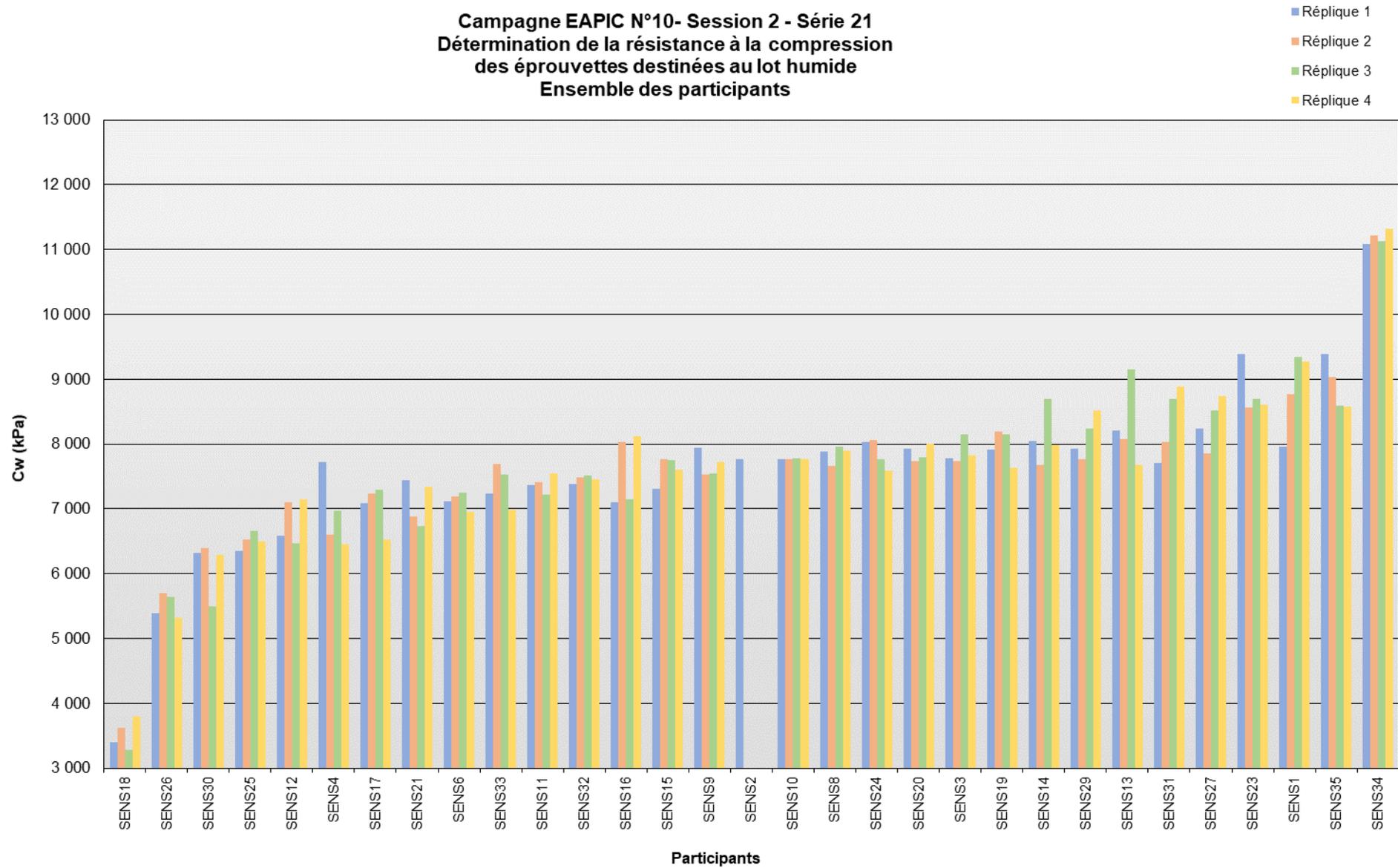
***Détermination de la résistance à la compression des  
éprouvettes (lot sec et lot humide)***

***Détermination de la teneur en vides des éprouvettes (lot sec  
et lot humide)***

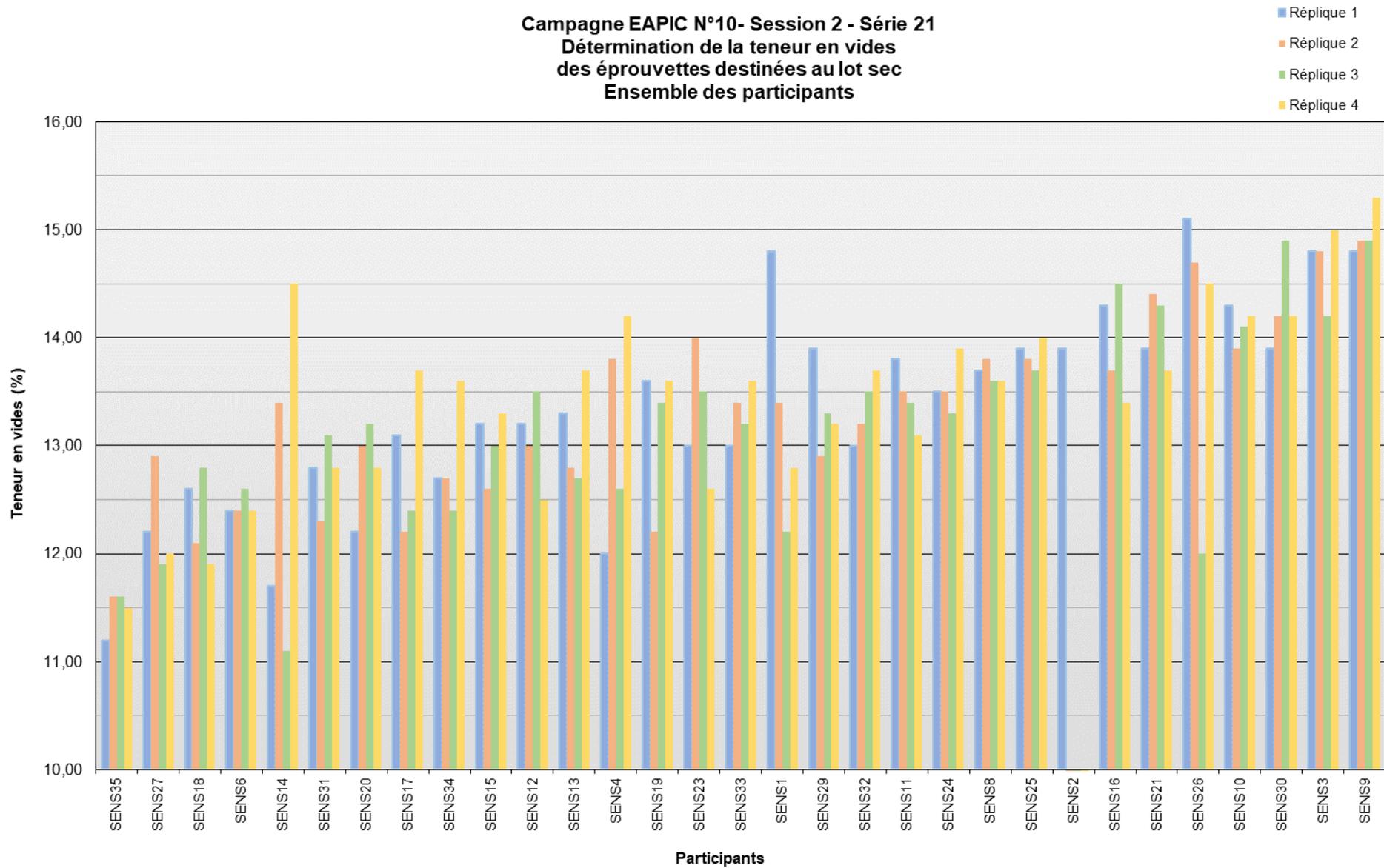
**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21  
Détermination de la résistance à la compression  
des éprouvettes destinées au lot sec  
Ensemble des participants**



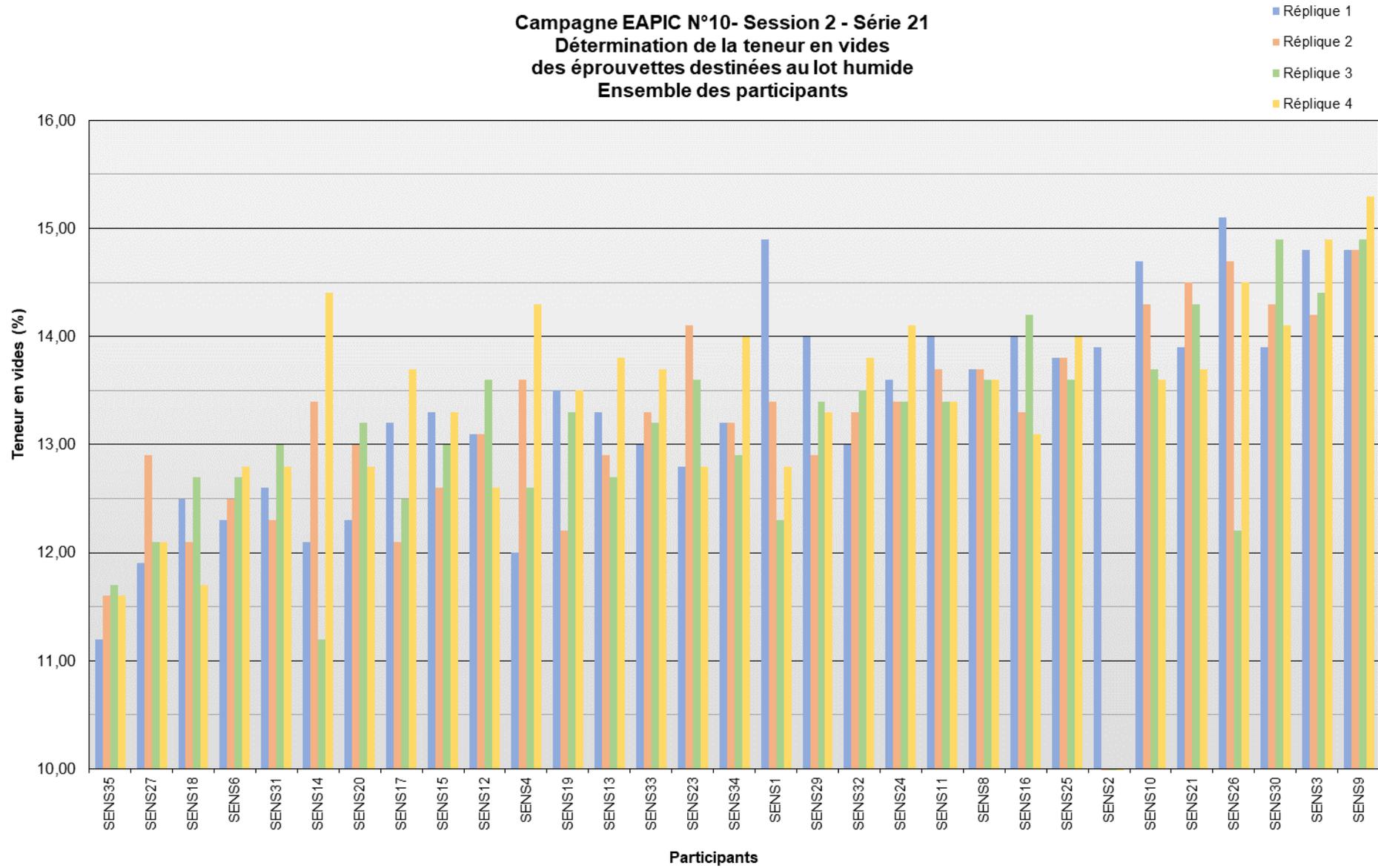
**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la résistance à la compression**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**  
**Ensemble des participants**



**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la teneur en vides**  
**des éprouvettes destinées au lot sec**  
**Ensemble des participants**

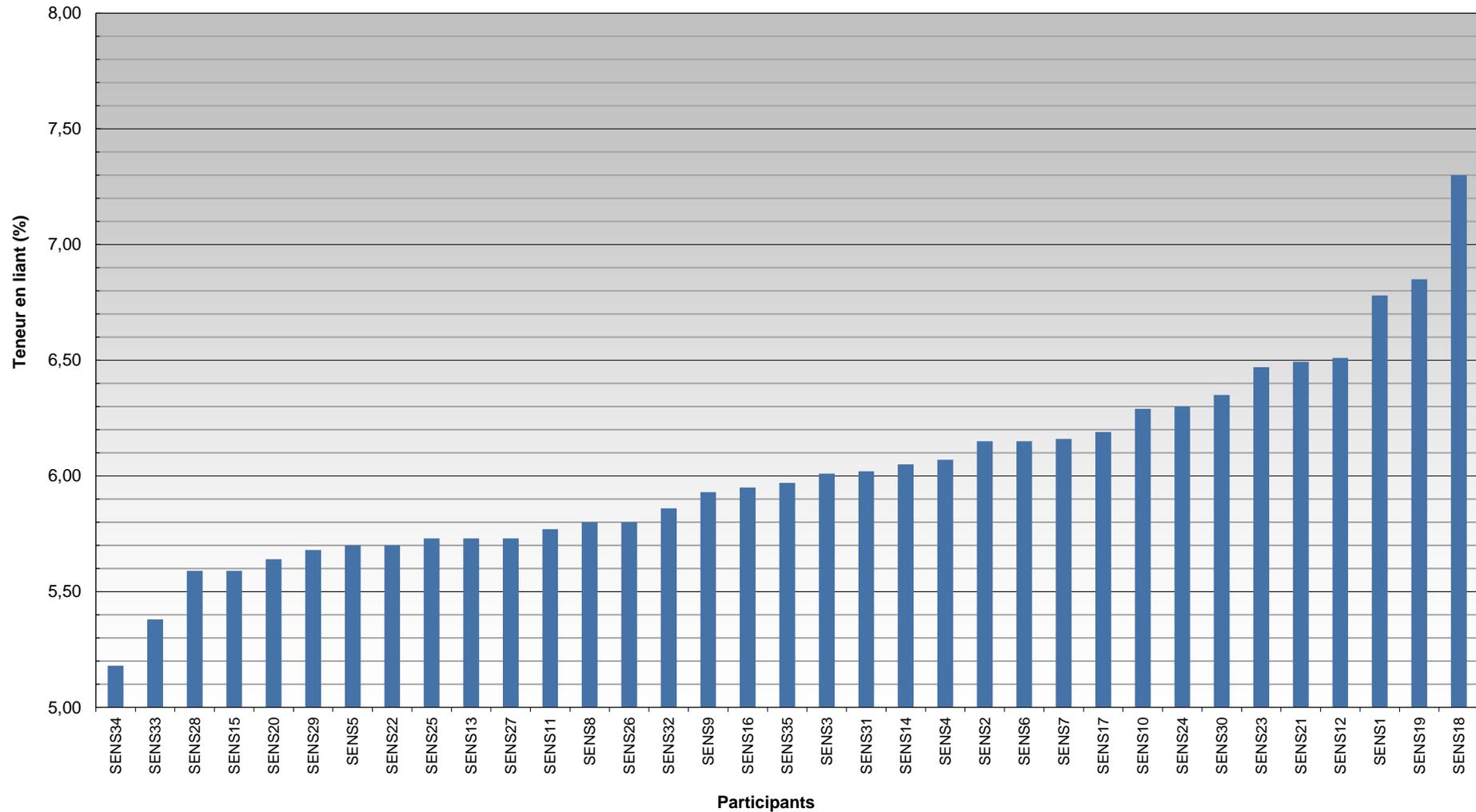


**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la teneur en vides**  
**des éprouvettes destinées au lot humide**  
**Ensemble des participants**



***Détermination de la teneur en liant  
des agrégats d'enrobés***

**Campagne EAPIC N°10- Session 2 - Série 21**  
**Détermination de la teneur en liant**  
**des agrégats d'enrobés**  
**Ensemble des participants**





ESSAIS D'APTITUDE PAR ESSAI DE COMPARAISON



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](http://www.idrrim.com) - [idrrim@idrrim.com](mailto:idrrim@idrrim.com)



@IDRRIM

Association loi 1901

