

Rapport de présentation des résultats

N° 6-1-009

Concernant les essais

Méthode d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud – Partie 22 : Essais d'orniérage – Dispositif de grandes dimensions selon la norme NF EN 12697-22+A1 de septembre 2007

Détermination de la masse volumique réelle selon la norme NF EN 12697-5 A1 – Méthode A à l'eau (septembre 2007)

Malaxage en laboratoire selon la norme NF EN 12697-35+A1 (septembre 2007)

Confection d'éprouvettes au compacteur de plaque selon la norme NF EN 12697-33+A1 (septembre 2007)

Détermination de la masse volumique apparente des éprouvettes bitumineuses par les rayons gamma selon la norme NF EN 12697-7 juin 2003 ou à défaut par mesures géométriques selon la norme NF EN 12697-6+A1 (septembre 2007)

*e*ssais d'*a*ptitude *p*ar *I*nter *C*omparaison
6^{ème} Campagne – 1^{ère} Session – Série n° 9



Le mot du Président de l'e.a.p.i.c

L'essai d'orniérage est emblématique de la technique routière française. C'est pourquoi il aurait semblé anormal qu'il ne fasse pas l'objet d'une campagne EAPIC. Avant même de prendre cette décision nous savions que les résultats en seraient problématiques. Vous nous avez suivis dans cette action puisque 34 laboratoires ont répondu favorablement à l'invitation à pratiquer l'essai d'orniérage.

Selon les spécialistes il y aurait en France métropolitaine une cinquantaine de laboratoires équipés d'un dispositif d'orniérage de grande dimension. Les deux tiers environ de cet effectif ont donc choisi de s'évaluer à l'aide de cette campagne. Deux parmi ces candidats sont situés hors de France, ce qui confère un caractère international à l'action d'EAPIC.

Avant de vous plonger dans la recherche et l'analyse de vos résultats propres ainsi que ceux de vos collègues, permettez-nous de vous prendre un peu de temps pour préciser quelques points, qui ne sont pas de détails et évoquer les perspectives :

- nous adressons nos sincères remerciements aux équipes qui ont déjà organisé des essais d'inter comparaison à propos de l'essai d'orniérage, et qui nous ont aidés dans la conception de la présente campagne en nous faisant part des difficultés qu'ils avaient rencontrées,
- les données de fidélité qui figurent dans la norme portent sur l'essai d'orniérage isolé. Toutes les plaques avaient été fabriquées par un seul laboratoire. Dans la présente expérience les corps d'épreuve ont été réalisés par chacun d'entre vous, ce qui introduit des facteurs de dispersion supplémentaire,
- il y a beaucoup de données, les présenter de façon lisible est une gageure. Nous espérons ne pas y avoir trop mal réussi. Afin de vous faciliter l'analyse des résultats de cette expérience et d'en tirer les conclusions qui vous concernent, un tableau intitulé « tableau des écarts à la moyenne » est présenté dans le rapport. Il est découpé en trois zones matérialisées par des couleurs choisies de façon conventionnelle et significative,
- la dispersion des résultats est importante.
- l'évolution de l'ornière en fonction du nombre de cycles est instructive. Un travail sur la valeur de la pente permettra de valoriser de façon supplémentaire votre travail,
- 2 types de machines sont utilisés dans cette expérience, qui proviennent de fournisseurs différents. Le second type n'est représenté que par 2 individus. La portée de la conclusion est donc fragile : cependant on peut noter que les résultats produits par ces machines ne se distinguent statistiquement pas des autres.



e.a.p.i.c – rapport 6.1.009

Les différents éléments qui complètent l'analyse de cette campagne seront donnés dans la publication qui rapportera les résultats dans les colonnes de la RGRA.

Il n'entre pas dans les missions actuelles d'EAPIC d'engager des travaux qui conduiraient à une amélioration de la fidélité de la présente procédure d'essais. Au début du mois de février 2010, EAPIC est passé du sein du CFTR au giron d'IDRRIM. Nous évaluerons si cette nouvelle situation est de nature à changer ces missions, et à nous donner les moyens d'engager de tels travaux avec votre concours.

Enfin, nous sommes heureux de vous annoncer que notre organisation et nos protocoles sont certifiés ISO 9001 depuis le début de l'année 2010. Pour EAPIC il s'agit d'un pas supplémentaire vers la pérennisation de son activité.

Cordialement,

Pour EAPIC,

J.E.Poirier





L'Index

- L'index *page 5*

- Le recueil des données *page 7*

- Le traitement des données *page 15*

- La présentation des résultats obtenus par l'ensemble des laboratoires participants concernant l'essai d'orniérage *page 16*
 - essais d'orniérage à 30 000 cycles *page 16*
 - essais d'orniérage à 10 000 cycles *page 20*

- Les annexes informatives
 - masse volumique réelle *page 24*
 - pentes log/log de la courbe d'évolution de la profondeur d'ornière *page 26*

- Le graphique de l'évolution moyenne de profondeur d'ornière par laboratoire en coordonnées semi-logarithmiques *page 31*

- Les graphiques de l'évolution moyenne de la profondeur d'ornière en coordonnées semi-logarithmiques par laboratoire, plaque par plaque *page 35*

- L'organisation de l'**e.a.p.i.c** *page 45*



Le Recueil des Données

La session d'essais inter comparaison a commencé le 16 octobre 2009 par l'envoi des échantillons à chaque laboratoire participant.

Nous avons initialement prévu l'envoi des échantillons pour le 15 septembre 2009 en deux lots pour deux sessions, attribués par tirage au sort. Afin d'épargner cette épreuve et pour constituer un groupe plus important, nous avons décidé de mélanger et d'homogénéiser les deux lots de granulats. Ce travail supplémentaire a entraîné un décalage de la date d'envoi d'un mois par rapport au calendrier initial prévu pour la première session.

Nous avons eu 34 demandes de participations dont un désistement pour cause de panne de matériel. Les résultats devaient être fournis pour le 15 janvier 2010. Vu le grand nombre de données à renseigner, certains laboratoires ont eu un peu de retard. Pour diverses raisons, nous avons dû aussi renvoyer des échantillons afin que toutes les répliques soient faites.

Le laboratoire support choisi par le Groupe Spécialisé EAPIC a été la Cellule Exécutive secondée par le Laboratoire d'Angers, ainsi que par le Laboratoire d'Autun. Nous avons appliqué la méthode d'homogénéisation décrite ci-après.



Exemple de stock brut de 0/2



Sur chaque stock, environ six tonnes de matériaux ont été prélevés à la chargeuse par fraction et déversés dans la trémie de l'usine d'ensachage



La première tonne s'écoulant de la trémie à été mise au rebut pour chaque fraction et la mise en sac des échantillons a été réalisée à l'aide de l'installation d'ensachage



Les sacs ont été conditionnés sur des palettes pour être acheminés par transporteur à la Cellule Exécutive en charge de la réalisation des échantillons. Le reste des granulats soit trois tonnes de matériaux, a été conditionné dans des big-bags pour être acheminé au laboratoire d'Angers et servir de stock éventuel pour une future campagne

Préparation des échantillons

Mélange du stock « ancien » et du stock « nouveau »



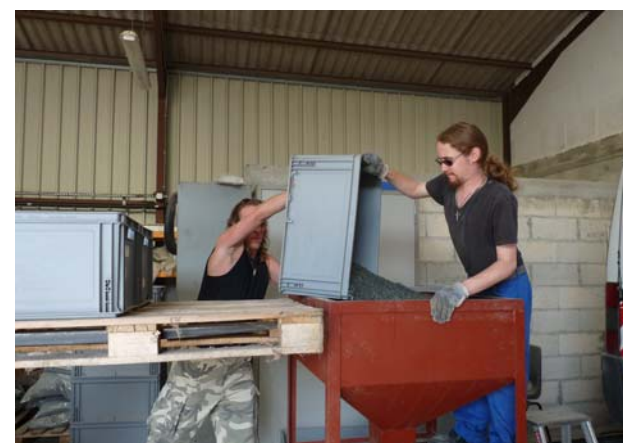
Mélange 1 sac du stock « ancien » et 1 sac du stock « nouveau »



Brassage



Stockage dans un container recevant 4 sacs et constitution d'une « palette » avec 4 containers



Remplissage de la trémie avec 4 containers



Remplissage des seaux (20 kg)



Marquage



Entreposage des seaux sur des palettes « intermédiaires ».





Répartition sur les lots à expédier

VERIFICATION DE L'HOMOGENEITE (selon la norme ISO 13548) MVR (Indicateur retenu)

σ^{\wedge} est l'écart type pour l'évaluation de l'aptitude. Il est déterminé à partir des données de répétabilité et de reproductibilité de l'essai.

La procédure permet de considérer que si l'écart type sur échantillons σ_s établi à partir des résultats d'essais d'au moins 10 doubles échantillons est inférieur ou égal à 0,3 fois σ^{\wedge} , les échantillons sont homogènes. Cette procédure a été appliquée aux 3 fractions granulaires fournies :

Granulat 0/2

Résultat du σ^{\wedge}

$$\sigma^{\wedge} = 25 \text{ kg/m}^3$$

$$0,3 * \sigma^{\wedge} = 8 \text{ kg/m}^3$$

Dispersion de l'expérience

$$\sigma_s = 5 \text{ kg/m}^3$$

σ_s est inférieur à 0,3 σ^{\wedge} ==> fraction 0/2 homogène



e.a.p.i.c - rapport 6.1.009

Granulat 2/6

Résultat du σ^{\wedge}

$$\sigma^{\wedge} = 14 \text{ kg/m}^3$$

$$0,3 \sigma^{\wedge} = 4 \text{ kg/m}^3$$

Dispersion de l'expérience

$$\sigma_s = 5$$

→ $0,3 \cdot \sigma^{\wedge} < \sigma_s < 0,4 \cdot \sigma^{\wedge}$. Le critère à $0,3 \sigma^{\wedge}$ n'est pas satisfait. Il est cependant conforme à $0,4 \cdot \sigma^{\wedge}$. L'homogénéité évaluée selon ce critère est « en limite » d'acceptation

Le Groupe Spécialisé a accepté le critère avant le lancement de la campagne.

Granulat 6/10

Résultat du σ^{\wedge}

$$\sigma^{\wedge} = 14 \text{ kg/m}^3$$

$$0,3 \sigma^{\wedge} = 4 \text{ kg/m}^3$$

Dispersion de l'expérience

$$\sigma_s = 1 \text{ kg/m}^3$$

$\sigma_s < 0,3 \sigma^{\wedge} \implies$ Fraction homogène

Conclusion :

Les procédures de fabrication : surveillance en carrière, homogénéisation, mise en sac de 20 kg, mélange avec l'ancien stock, sac par sac, brassage mélange en trémie, échantillonnage dans des seaux de 20 kg qui peuvent être à nouveau re-mélangés par les laboratoires participants, ont été appliquées pour conduire à un bon niveau d'homogénéité.

La vérification en utilisant les critères de la norme ISO 13528 et la mesure de masse volumique confirme ce degré d'homogénéité pour les fractions 0/2 et 6/10. Le résultat est moins net pour la fraction 2/6. Chaque fraction ayant subi la même procédure d'homogénéisation, il peut s'agir d'un effet « dimension » granulaire sur le résultat des essais.





PRESENTATION DES RESULTATS OBTENUS PAR L'ENSEMBLE DES LABORATOIRES PARTICIPANTS

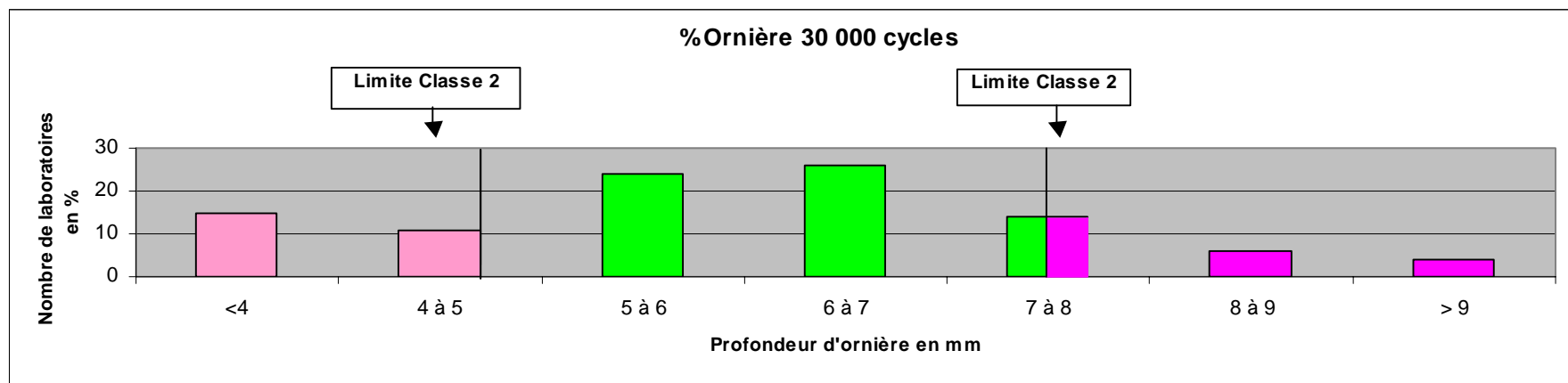
POUR L'ESSAI D'ORNIERAGE



Essais d'aptitude par Inter Comparaison Campagne n° 6 – Session 1

**Essais d'orniérage à 30 000 cycles
Selon la norme NF EN 12697-22+A1 de septembre 2007**

Nombre de laboratoires- participants pris en compte =>	Données brutes	Observations	Données corrigées	Norme
			33	
Moyenne <i>m</i>	5,99			
écart-type répétabilité	0,59			
répétabilité <i>r</i>	1,64			Norme : r= 1,11
écart-type reproductibilité	1,61			
Reproductibilité <i>R</i>	4,59			Norme=R=1,16



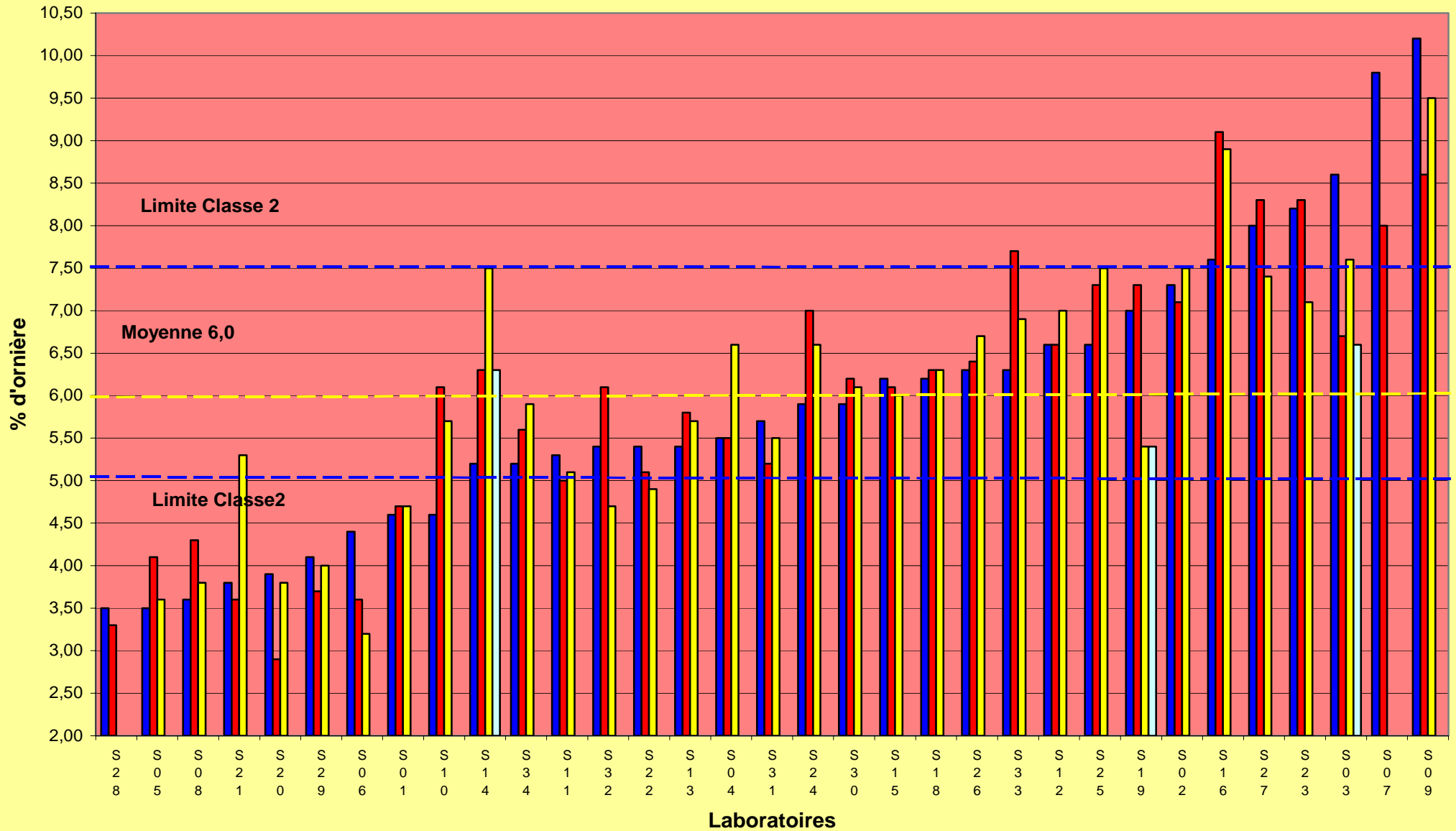
Remarques : Validation par AIL Afnor (Analyse Inter Laboratoires)

Données brutes : Moyenne 5,985 arrondi à 5,99 – Ecart-type de répétabilité =0,593 arrondi à 0,59 – Ecart-type de Reproductibilité 1,608 arrondi à 1,61
Aucun laboratoires n'a été exclu par les test de Cochran, par le test de Grubbs ni par le test de Dixon



**Pourcentage d'ornière à 30 000 cycles
NF EN 12697-22
Campagne n° 6 - Session 1**

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





Essais d'aptitude par Inter Comparaison
Campagne n° 6 – Session 1
Ecart à la moyenne – Ornière à 30 000 cycles

Code Laboratoire	Ecart à la moyenne	Z score
Ecart inférieur à 1 écart type		
S30	0,08	0,05
S15	0,12	0,07
S04	0,12	0,07
S18	0,28	0,18
S19	0,29	0,18
S14	0,34	0,21
S13	0,35	0,22
S34	0,42	0,26
S26	0,48	0,30
S24	0,52	0,32
S31	0,52	0,32
S10	0,52	0,32
S32	0,36	0,59
S12	0,47	0,75
S11	0,53	0,85
S22	0,53	0,85
S33	0,61	0,98
Ecart inférieur à 2 écarts types		
S21	1,75	1,09
S25	0,71	1,15
S23	1,88	1,17
S27	1,91	1,19
S29	2,05	1,28
S08	2,09	1,30
S02	0,82	1,32
S01	0,82	1,32
S03	0,86	1,39

Code Laboratoire	Ecart à la moyenne	Z score
S06	2,25	1,40
S05	2,25	1,40
S20	2,45	1,52
S16	2,55	1,59
S28	2,59	1,61
S07	2,92	1,81
Ecart inférieur à 3 écarts type		
S09	3,45	2,14



Essais d'aptitude par Inter Comparaison Campagne n° 6 – Session 1

Tableau de répartition des résultats par classe de EB10-BBSG – Orniérage à 30 000 cycles

Code Laboratoire	Moyenne
Classe 1 (>7,5 % à 10 %)	
S23	7,87
S07	8,90
S27	7,90
S09	9,43
S16	8,53
Classe 2 (de 5,0 % à 7,5 %)	
S19	6,28
S26	6,47
S02	7,30
S32	5,40
S24	6,50
S31	5,47
S15	6,10
S14	6,33
S33	6,97
S34	5,57
S11	5,13
S22	5,13
S03	7,38
S30	6,07
S10	5,47
S04	5,87
S12	6,73

Code Laboratoire	Moyenne
S18	6,27
S13	5,63
S25	7,13
Classe 3 (< 5,0 %)	
S01	4,67
S28	3,40
S06	3,73
S29	3,93
S20	3,53
S21	4,23
S05	3,73
S08	3,90

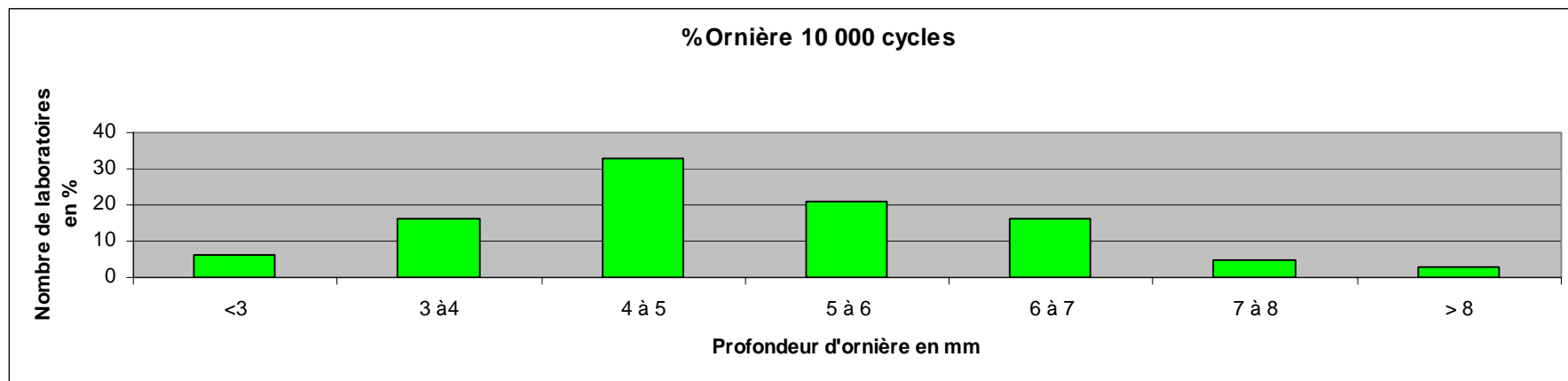


Essais d'aptitude par Inter Comparaison Campagne n° 6 – Session 1



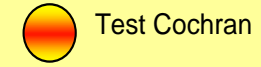
Essais d'orniérage à 10000 cycles Selon la norme NF EN 12697-22+A1 de septembre 2007

Nombre de laboratoires-participants pris en compte ⇒	Données brutes	Observations	Données corrigées
	33		32
Moyenne m	5,09	S07 a été exclu par le test de Cochran	5,03
écart-type répétabilité	0,57		0,53
répétabilité r	1,58		4,44
écart-type reproductibilité	1,39		1,33
Reproductibilité R	3,88		10,87

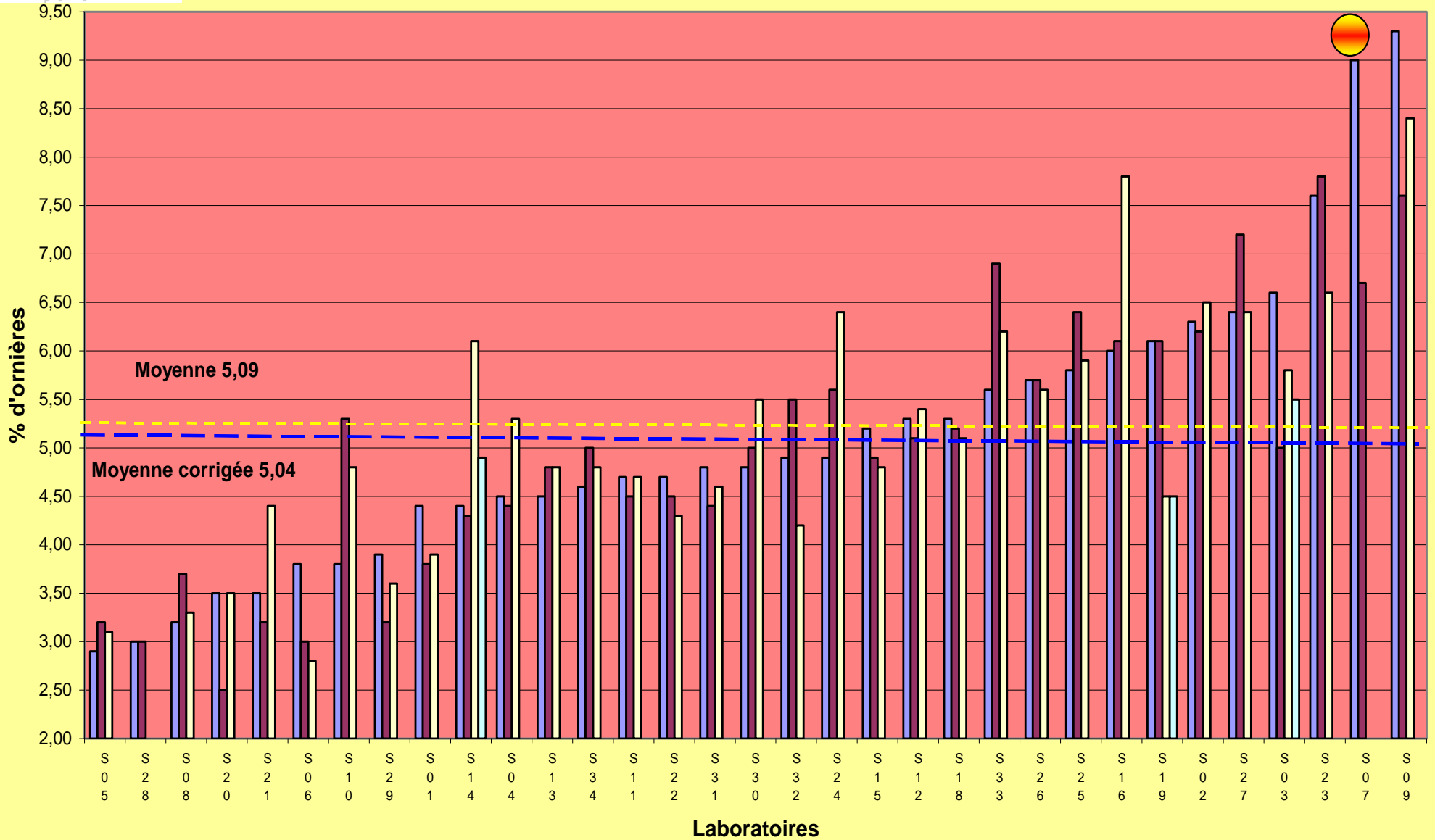




Pourcentage d'ornière à 10 000 cycles
 NF EN 12697-22
 Campagne n° 6 - Session 1



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





Essais d'aptitude par Inter Comparaison
Campagne n° 6 – Session 1
Tableau des Ecart à la moyenne – Ornière à 10 000 cycles

Code Laboratoire	Ecart à la moyenne	Z score
Ecart inférieur à 1 écart type		
S30	0,01	0,009
S18	0,11	0,081
S15	0,12	0,088
S14	0,16	0,118
S12	0,18	0,129
S19	0,21	0,153
S32	0,22	0,160
S34	0,29	0,208
S04	0,36	0,256
S13	0,46	0,328
S11	0,46	0,328
S10	0,46	0,328
S31	0,49	0,352
S24	0,55	0,393
S26	0,58	0,417
S22	0,59	0,424
S03	0,64	0,460
S25	0,95	0,682
S01	1,06	0,761
S33	1,15	0,826
S02	1,25	0,898

Code Laboratoire	Ecart à la moyenne	Z score
Ecart inférieur à 2 écarts types		
S21	1,39	1,001
S29	1,52	1,098
S16	1,55	1,115
S27	1,58	1,139
S08	1,69	1,218
S06	1,89	1,362
S20	1,92	1,386
S05	2,02	1,458
S28	2,09	1,506
S23	2,25	1,620
S07	2,76	1,993
Ecart inférieur à 3 écarts types		
S09	3,35	2,413



ANNEXES INFORMATIVES

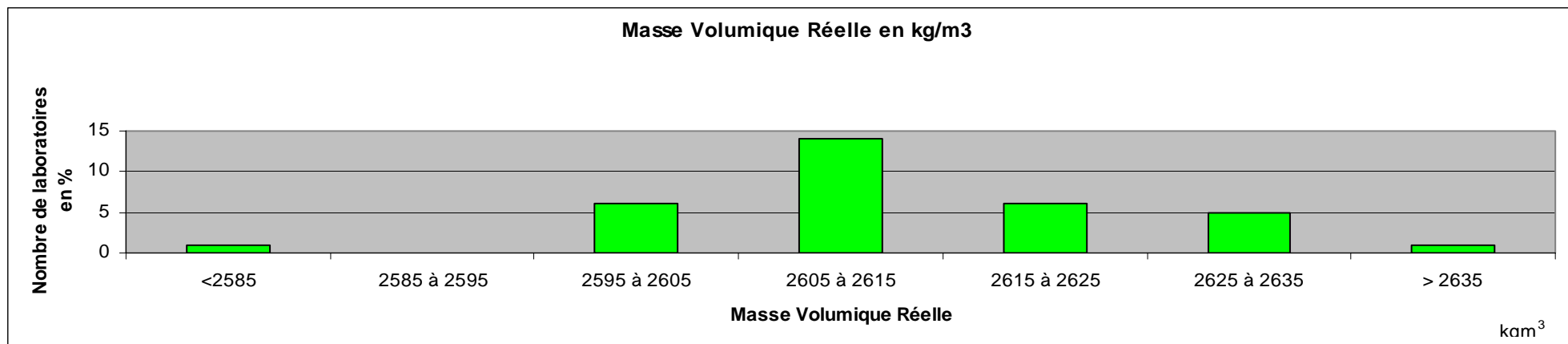
- MVR
- Pentes b (log/log) des courbes d'évolution des profondeurs d'ornière

Essais d'aptitude par Inter Comparaison Campagne n° 6 – Session 1

Détermination de la Masse Volumique Réelle Selon la norme NF EN 12697-5 – A1 – Méthode A à l'eau de septembre 2009

Nombre de laboratoires participants pris en compte =>	Données brutes	Données corrigées	Observations EAPIC Campagne 2 – Session 1	Norme
		33	32 *	
Moyenne m	2614 kgm ³	2615 kg/m ³		
Ecart-type répétabilité				4 kg/m ³
Répétabilité r			20 kg/m ³	11 kg/m ³
Ecart-type Reproductibilité		11 kg/m ³	15 kg/m ³	8 kg/m ³
Reproductibilité R			44 kg/m ³	22 kg/m ³

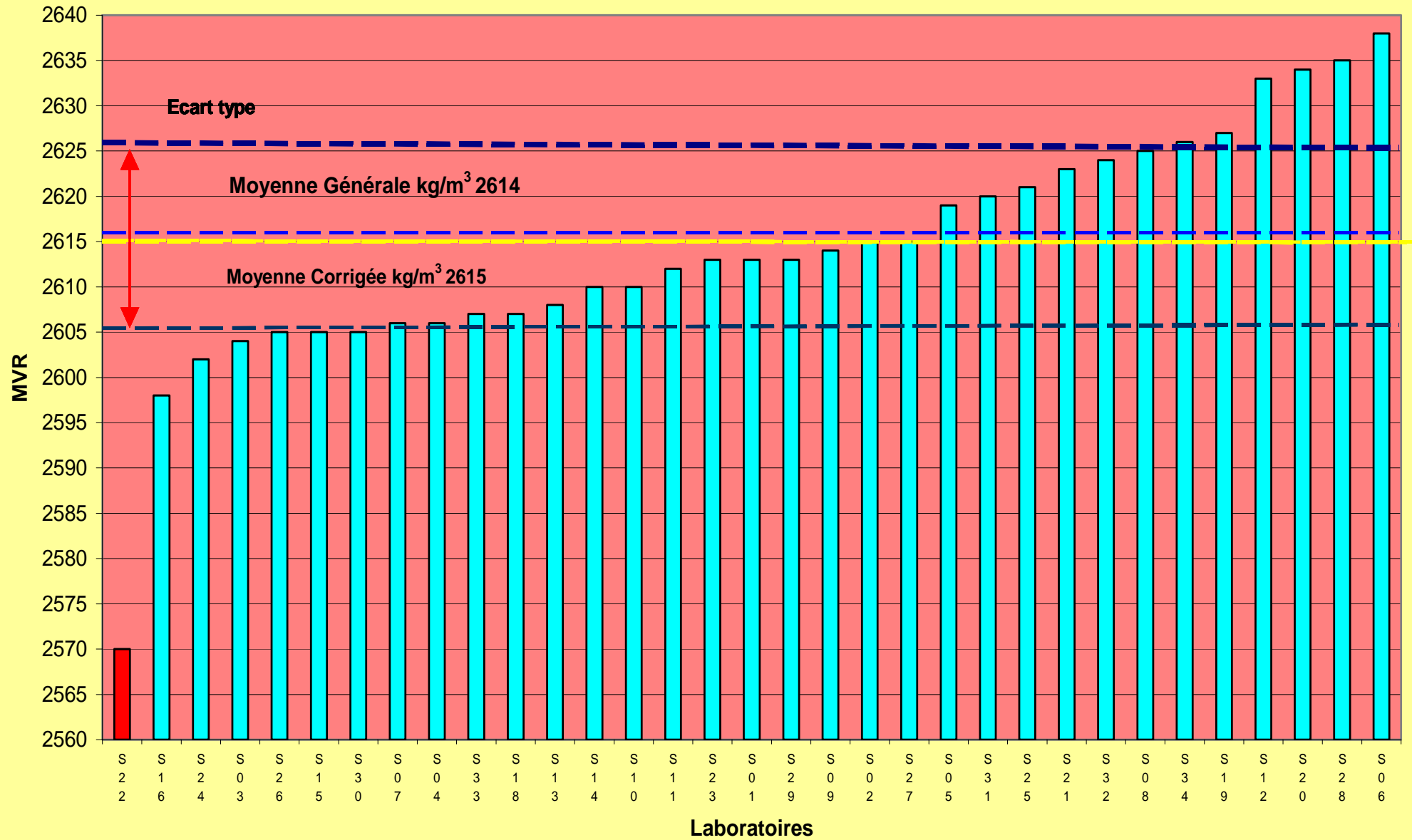
* En l'absence de tests statistiques efficaces, le résultat obtenu par le laboratoire S22 a été écarté "manuellement"



Dans la version 2009, la norme EN 12697-5, les MVR sont exprimées en Mg/m³ alors qu'à la date de l'expérience, elles étaient exprimées en kg/m³. Pour cette session, l'expression en kg/m³ a été conservée



MVR
 NF EN 12697-5 - Méthode A à l'eau
 Campagne n° 6 - 1ère session

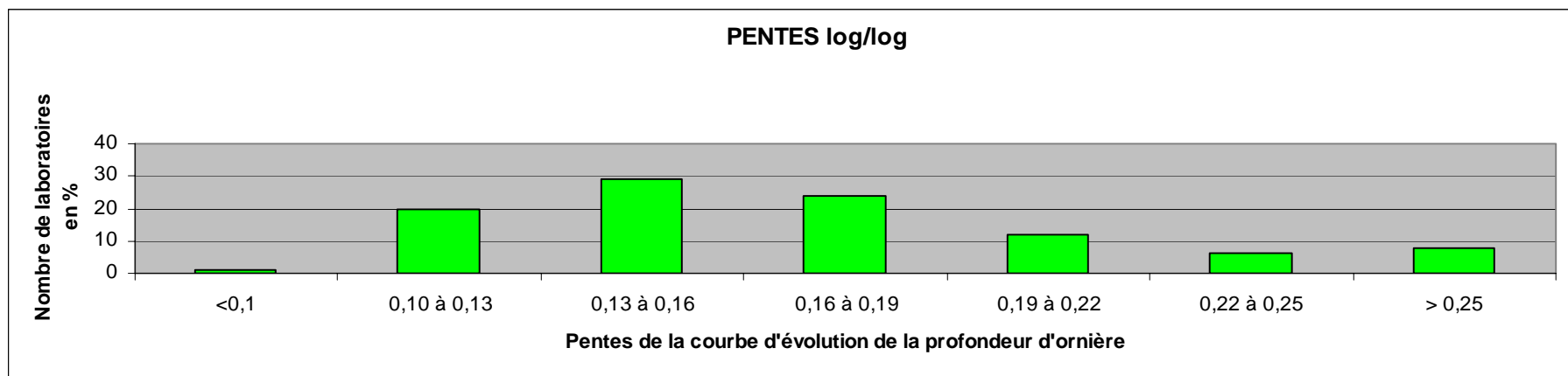




Essais d'aptitude par Inter Comparaison Campagne n° 6 – Session 1

Pentes log/log de la courbe d'évolution de la profondeur d'ornière

Nombre de laboratoires- participants pris en compte =>	Données brutes	Observations	Données corrigées
			33
Moyenne m	0,17		
écart-type répétabilité	0,03		
répétabilité r	0,08		
écart-type reproductibilité	0,05		
Reproductibilité R	0,14		

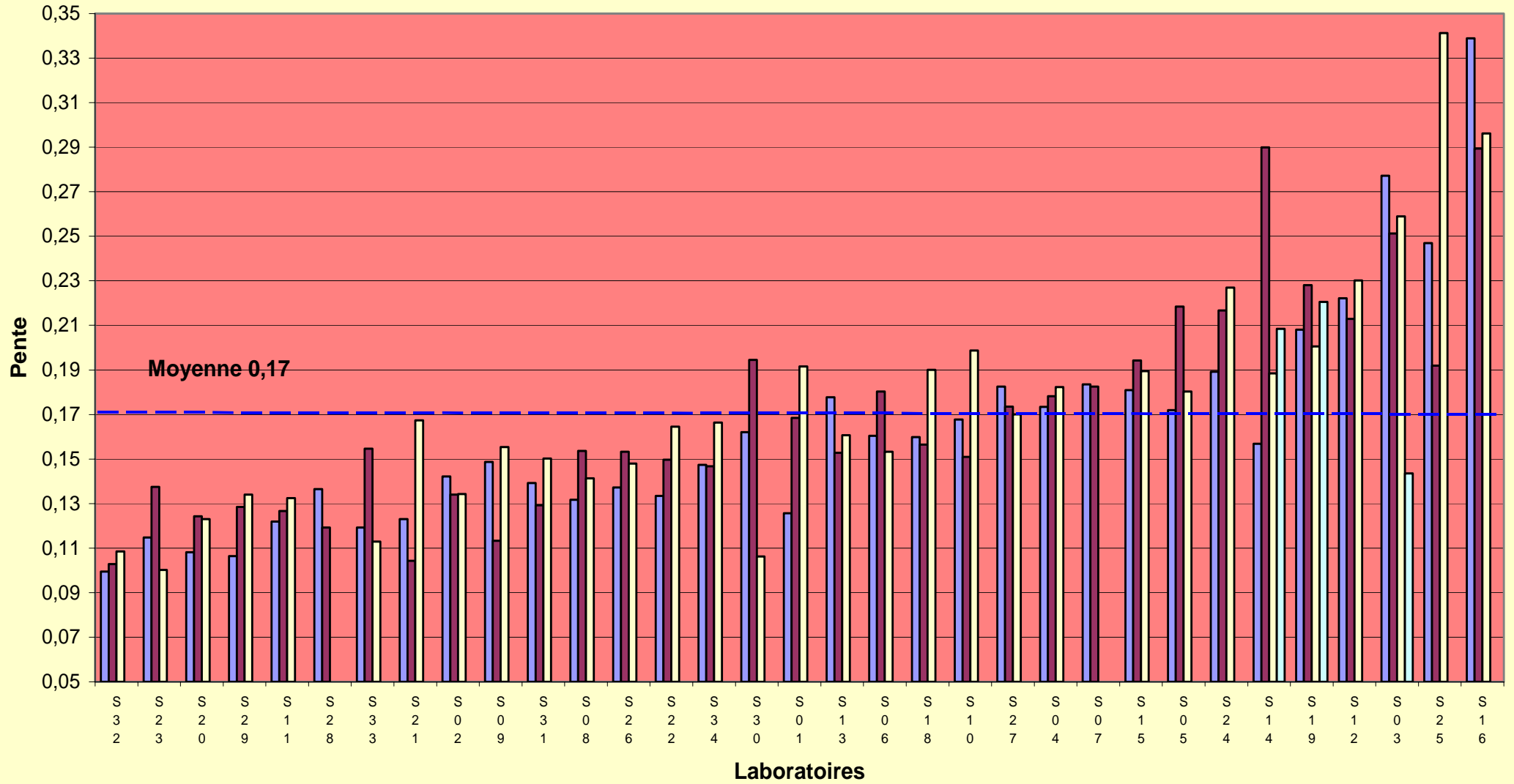


La pente est calculée selon la formule qui figurait dans la norme NF P 98-253-1 soit : $Y = A (N/1000)^b$
 Ou Y est la profondeur d'ornière à N cycles
 A est la profondeur d'ornière à 1000 cycles
 b est la pente en coordonnées logarithmiques



Pentes b (log/log) des courbes d'évolution des profondeurs d'ornièrre

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





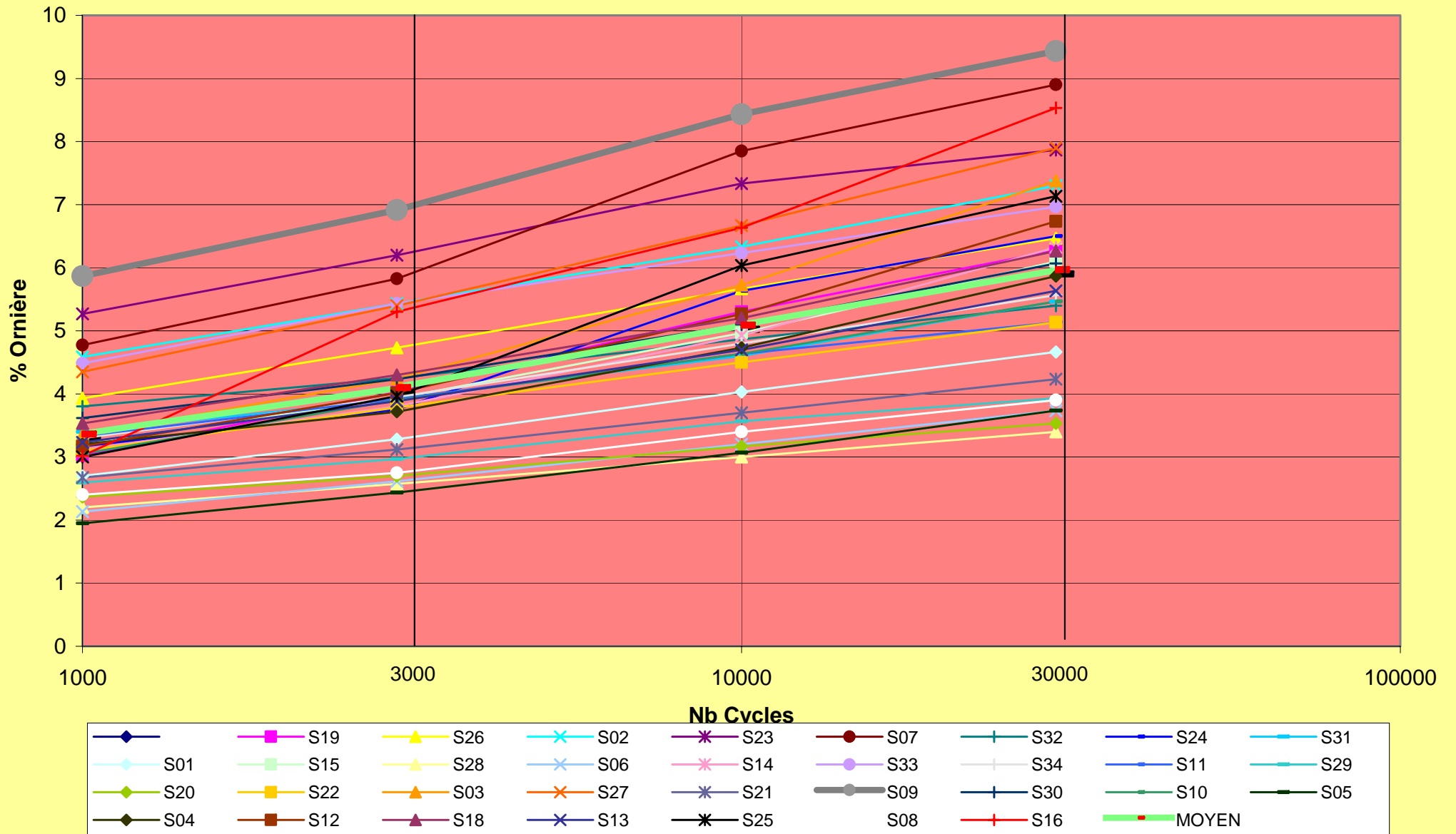


**GRAPHIQUE DE L'EVOLUTION MOYENNE DE PROFONDEUR D'ORNIERE
PAR LABORATOIRE EN COORDONNEES SEMI-LOGARITHMIQUES**





Evolution moyenne de la profondeur d'ornière par laboratoire en coordonnées semi-logarithmiques



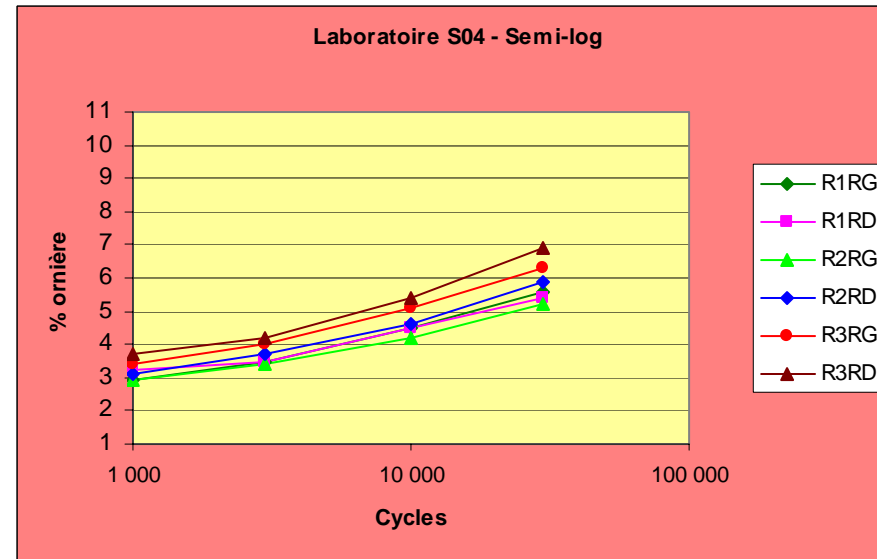
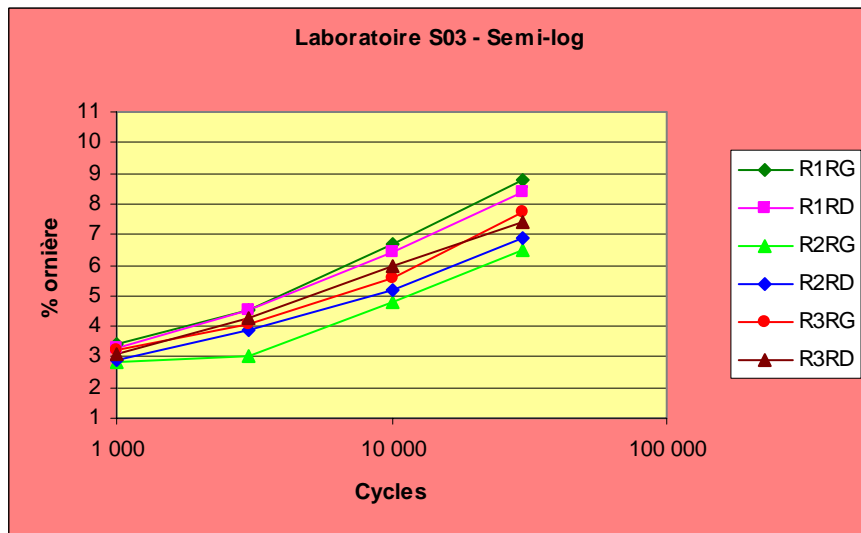
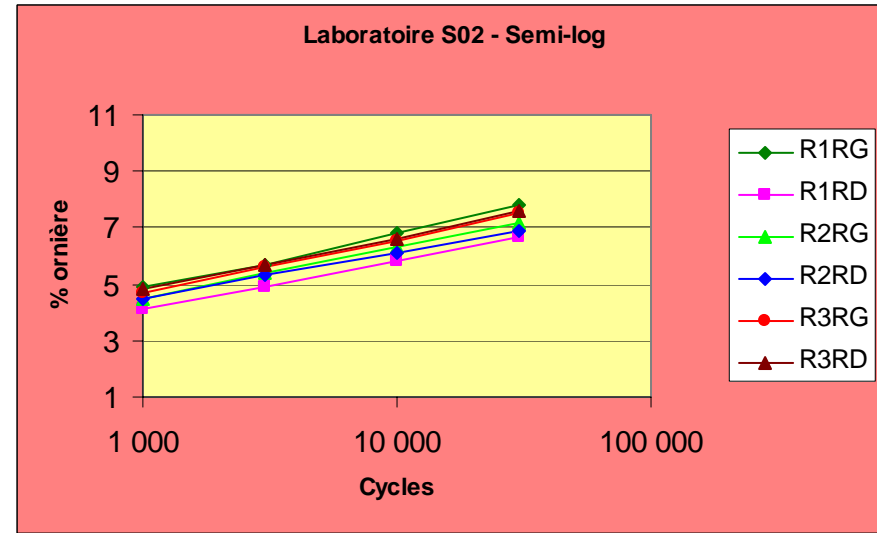
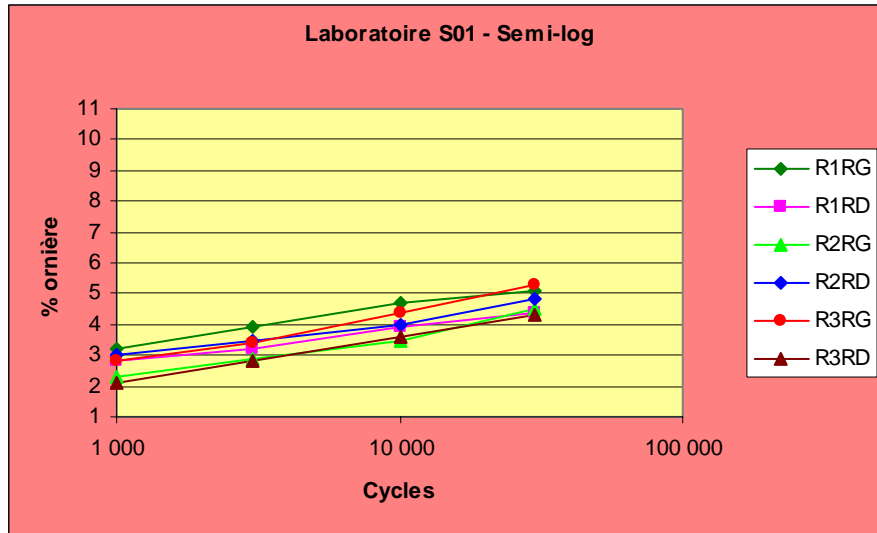


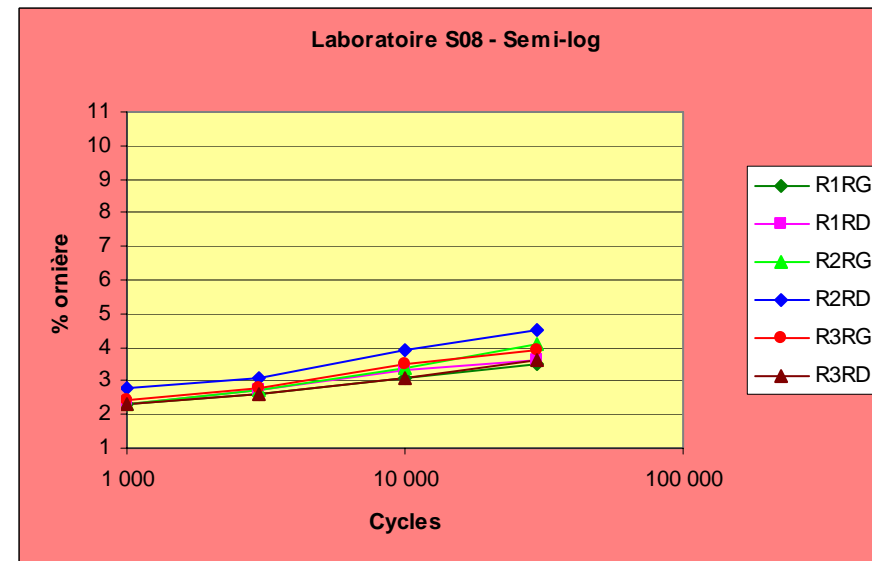
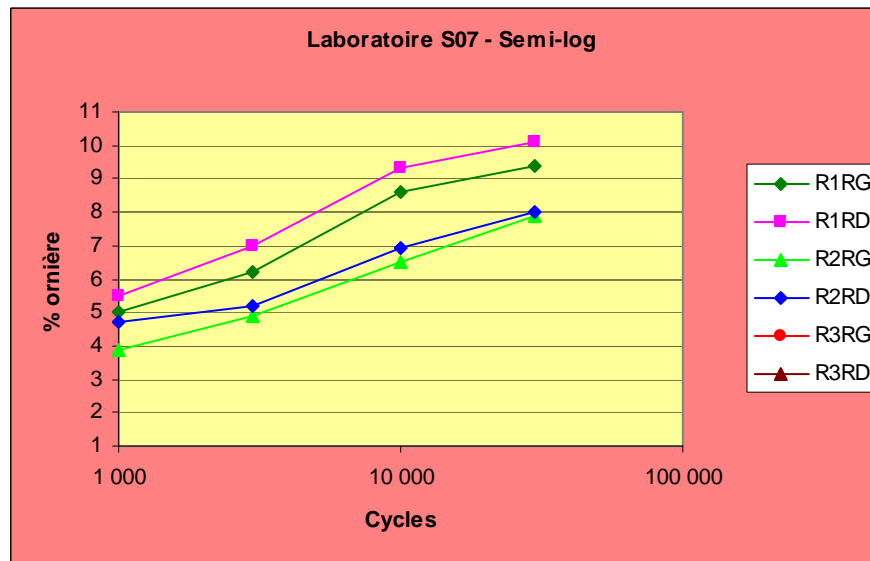
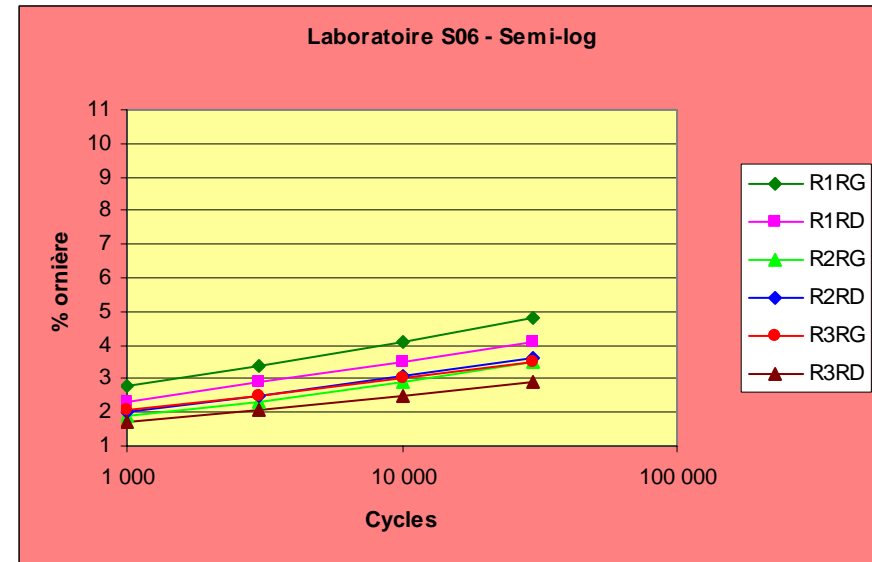
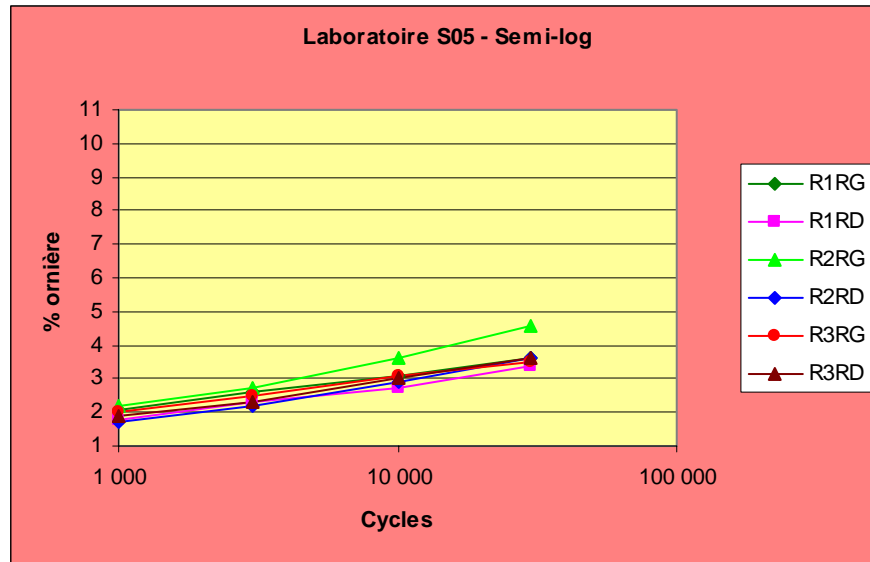


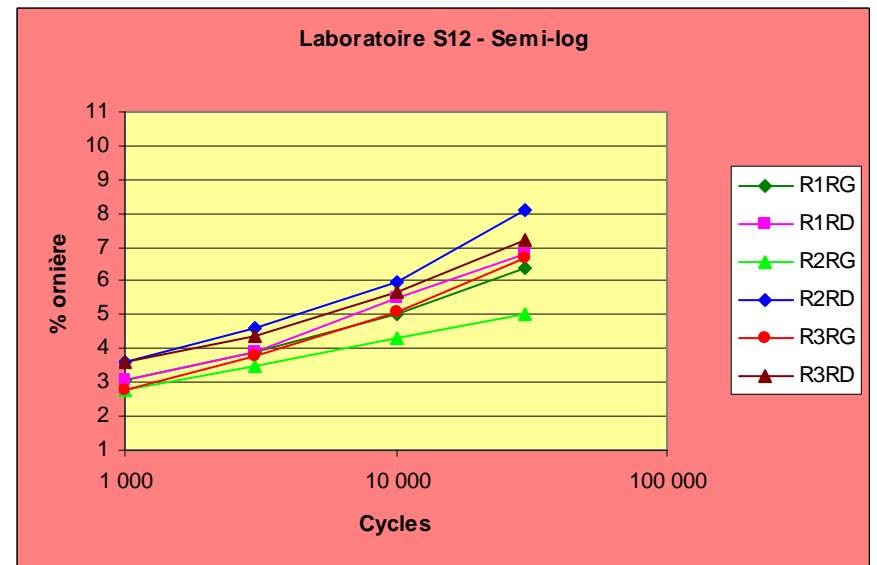
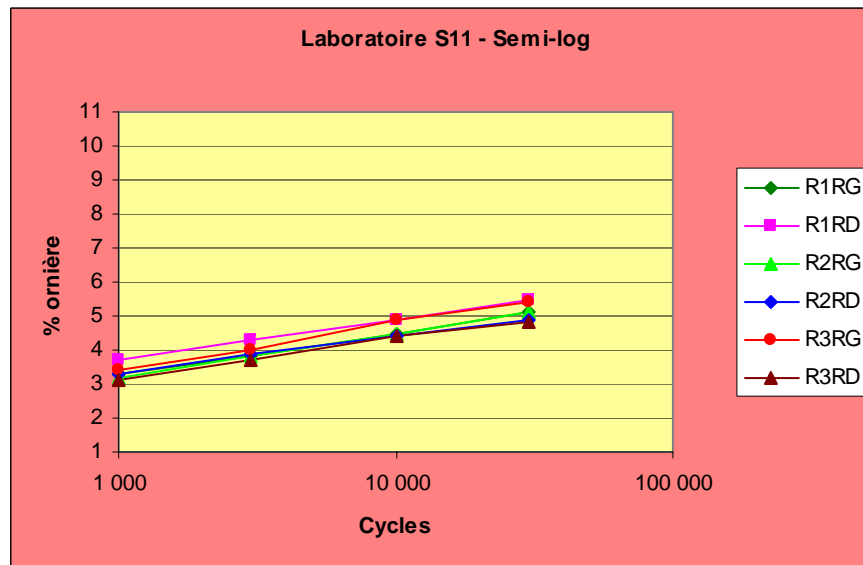
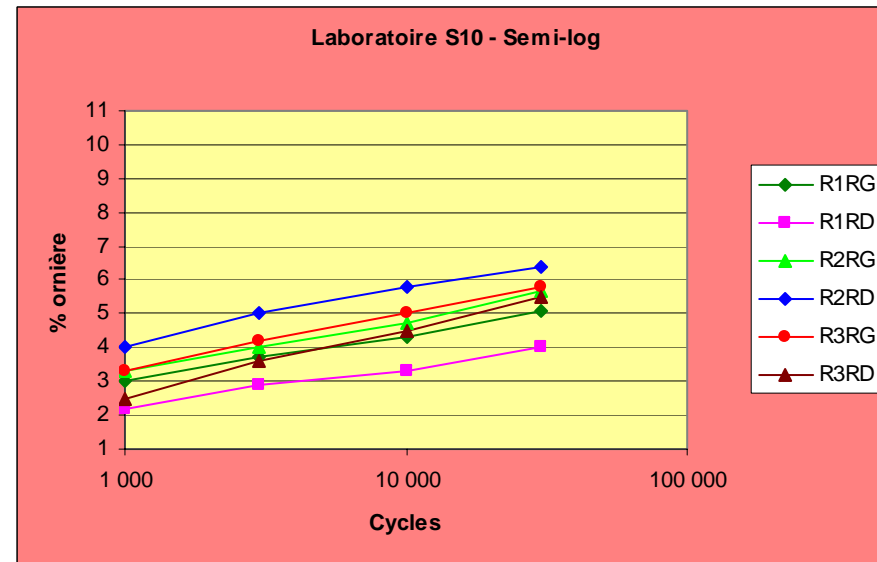
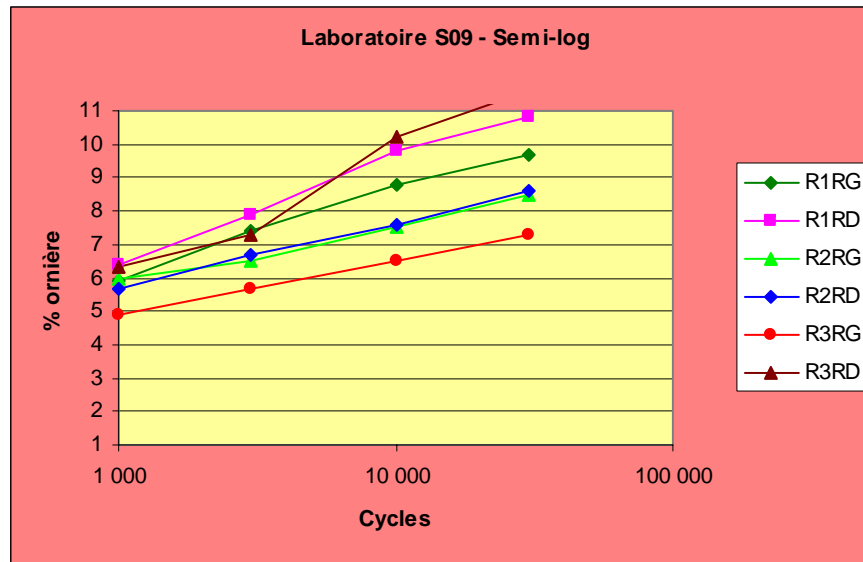
**GRAPHIQUES DE L'EVOLUTION DE LA PROFONDEUR D'ORNIERE
EN COORDONNEES SEMI-LOGARITHMIQUES PAR LABORATOIRE ET PLAQUE PAR PLAQUE**

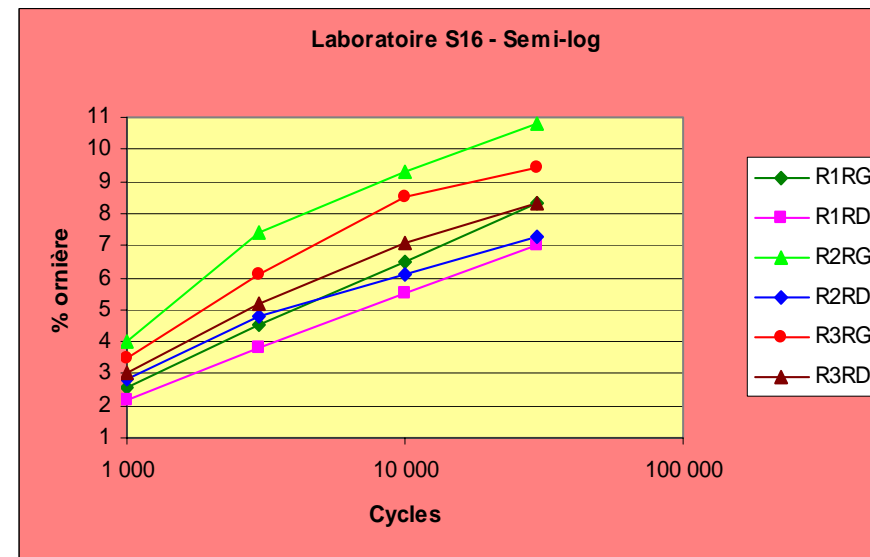
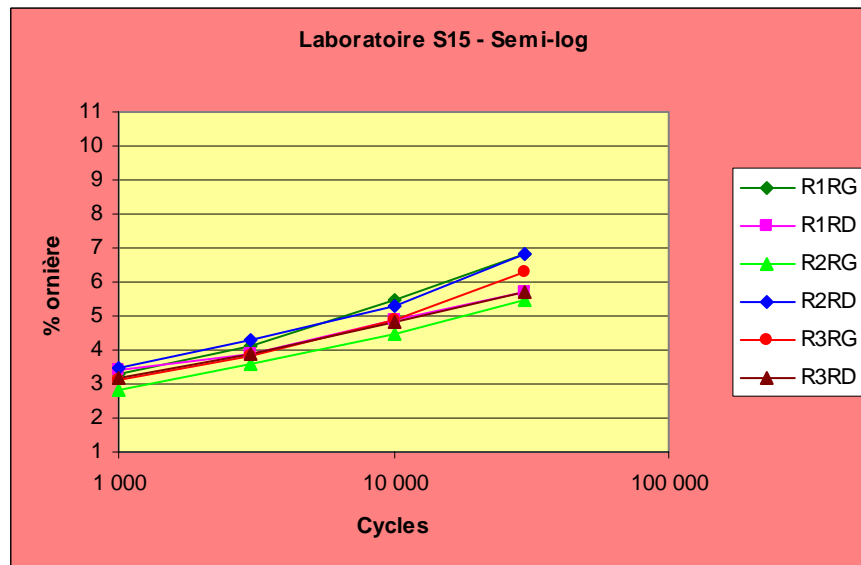
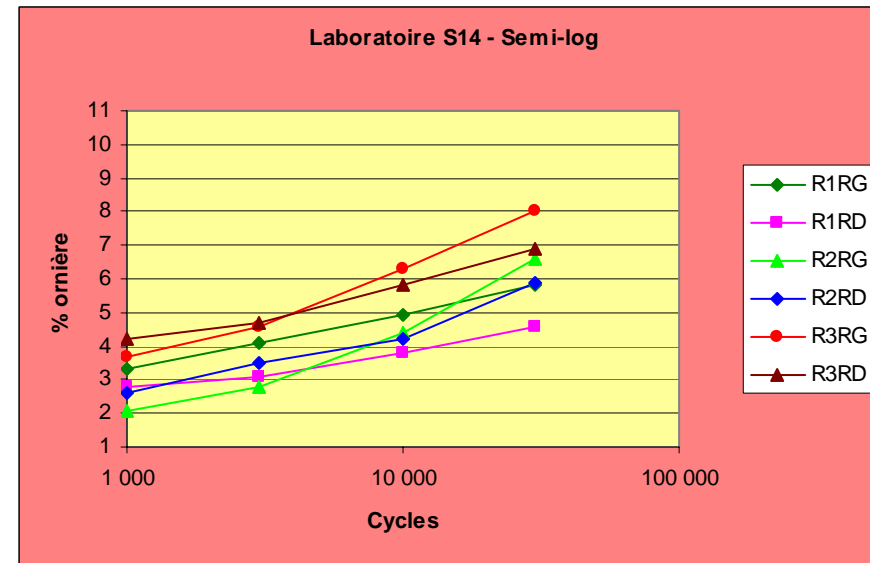
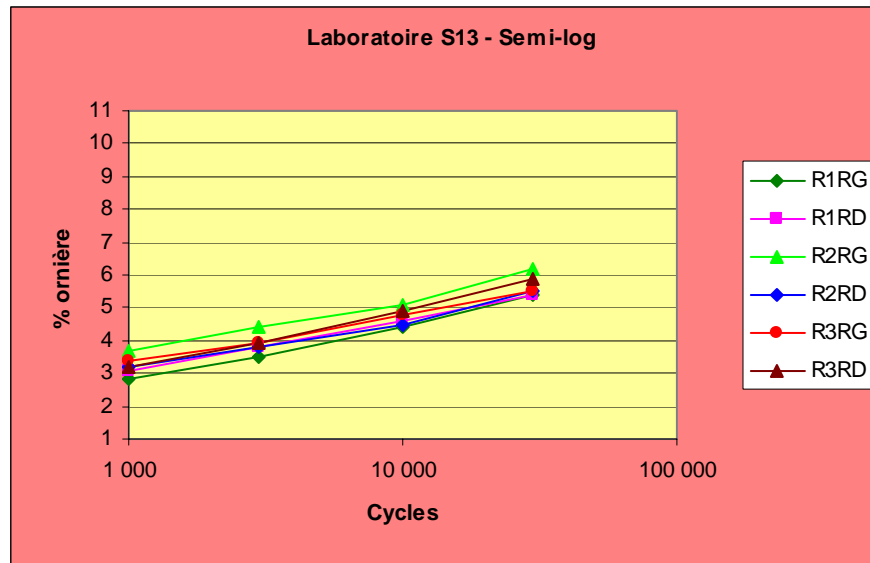
Ri : Réplique i
RG : Roue gauche
RD : Roue droite

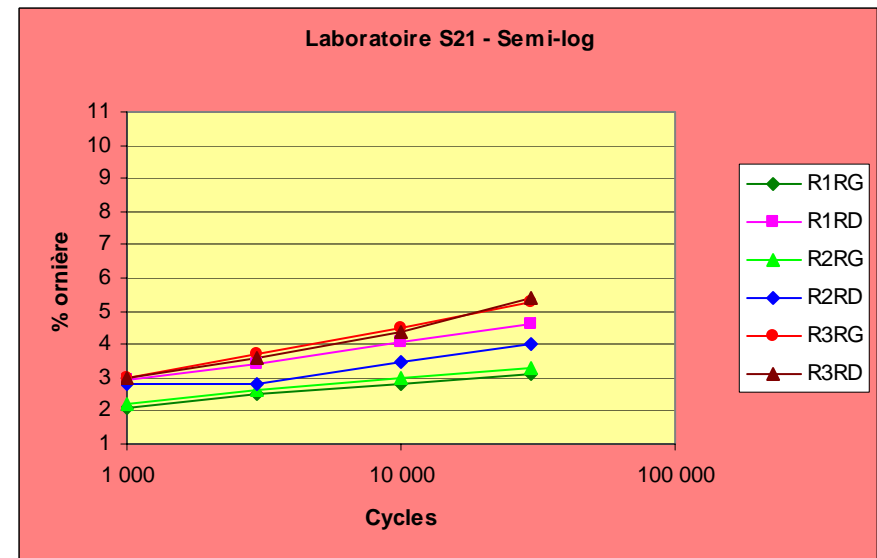
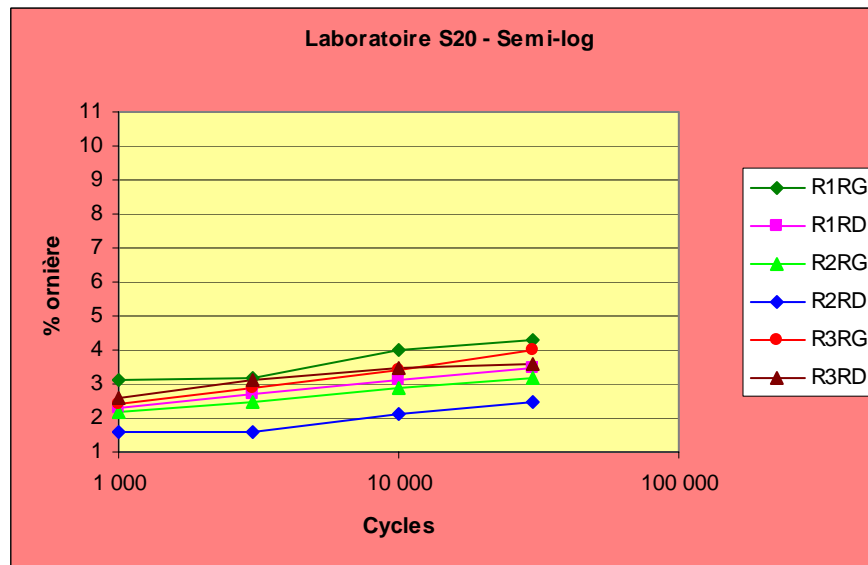
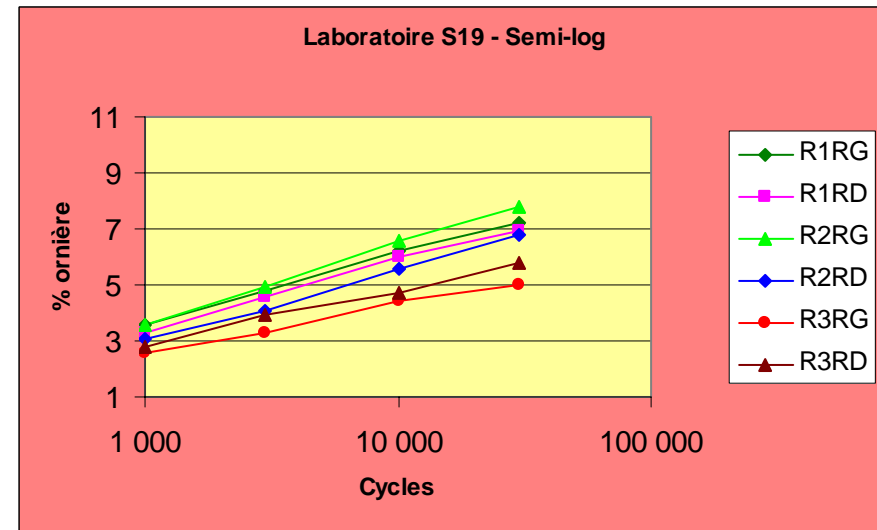
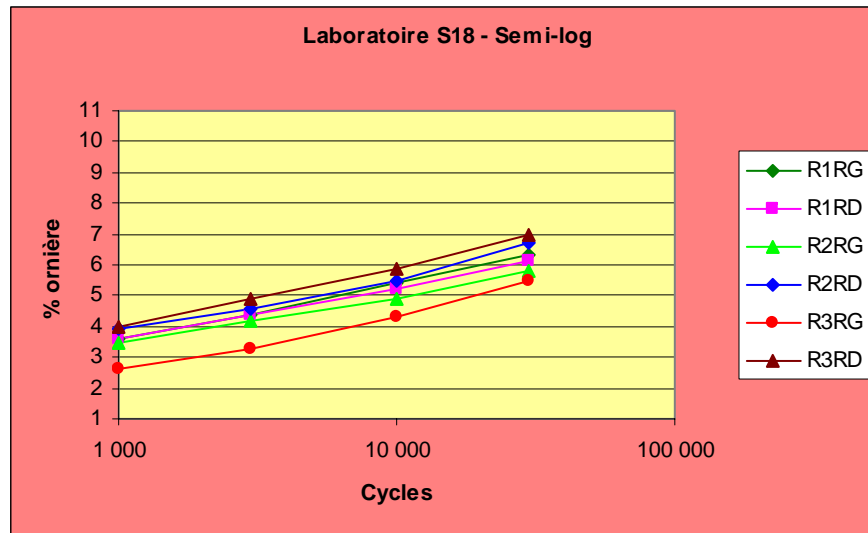


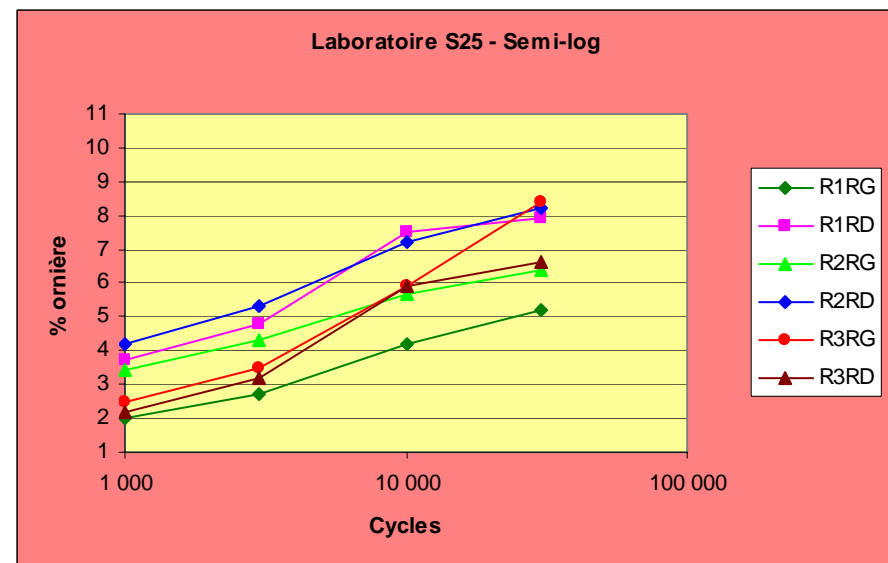
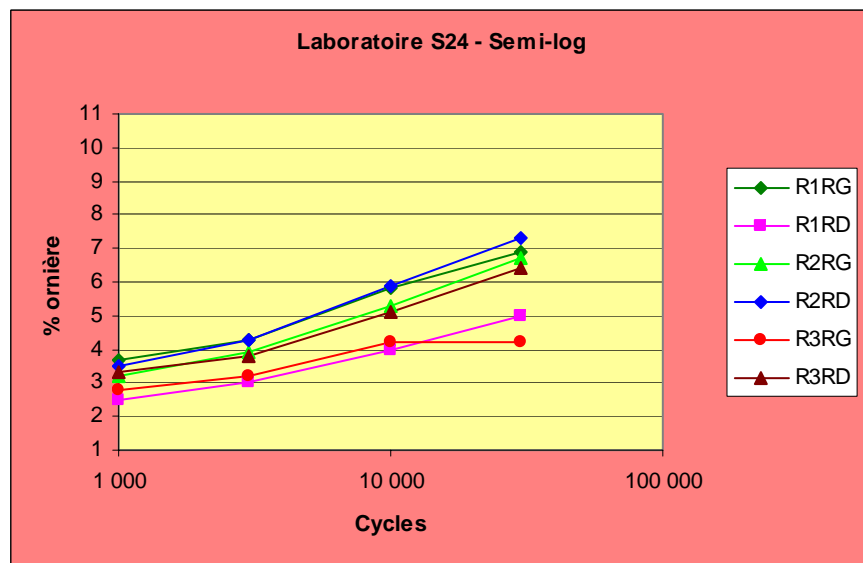
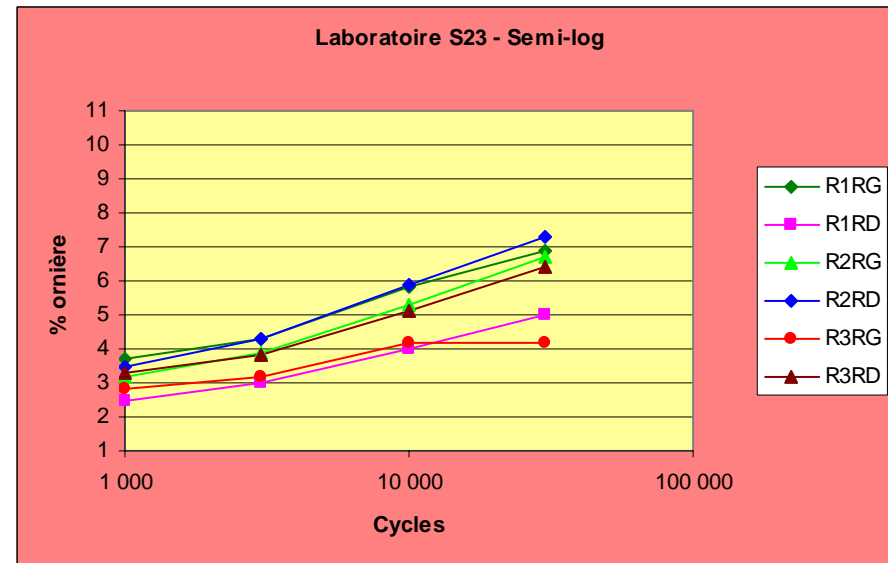
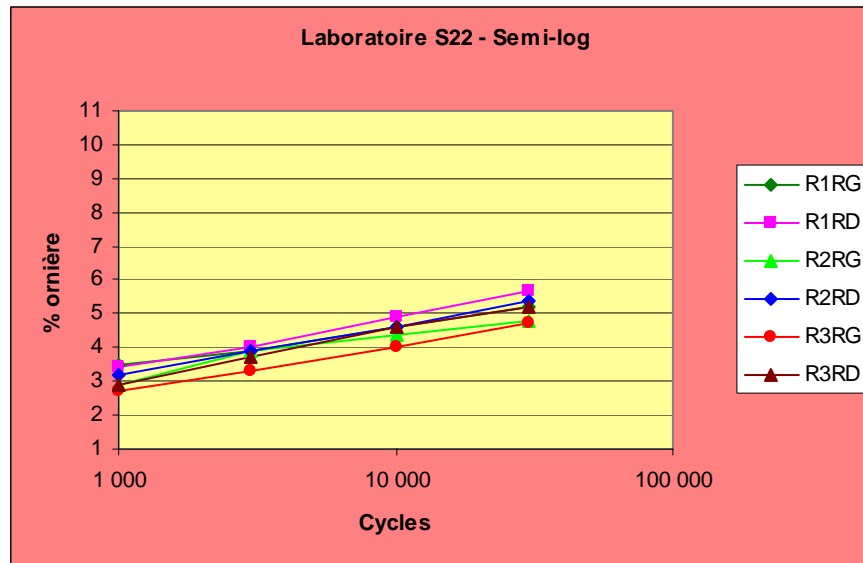


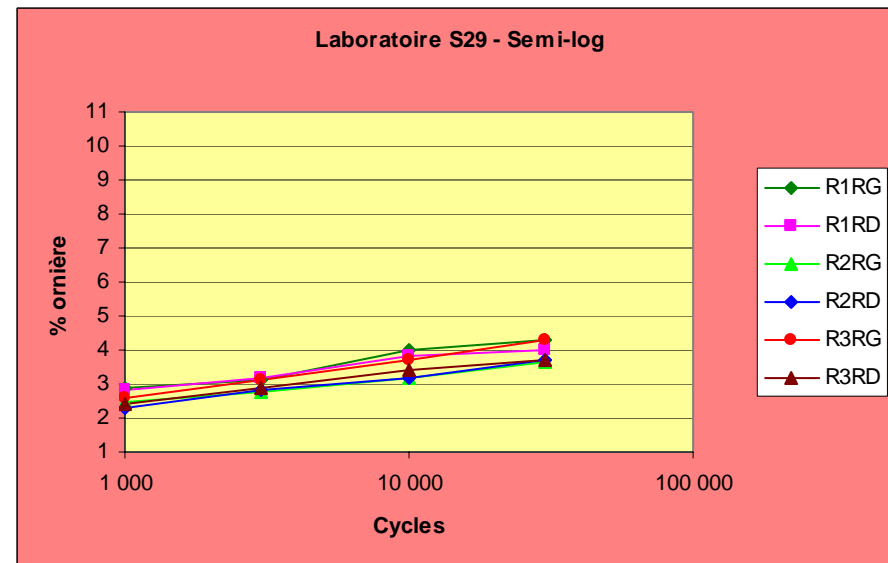
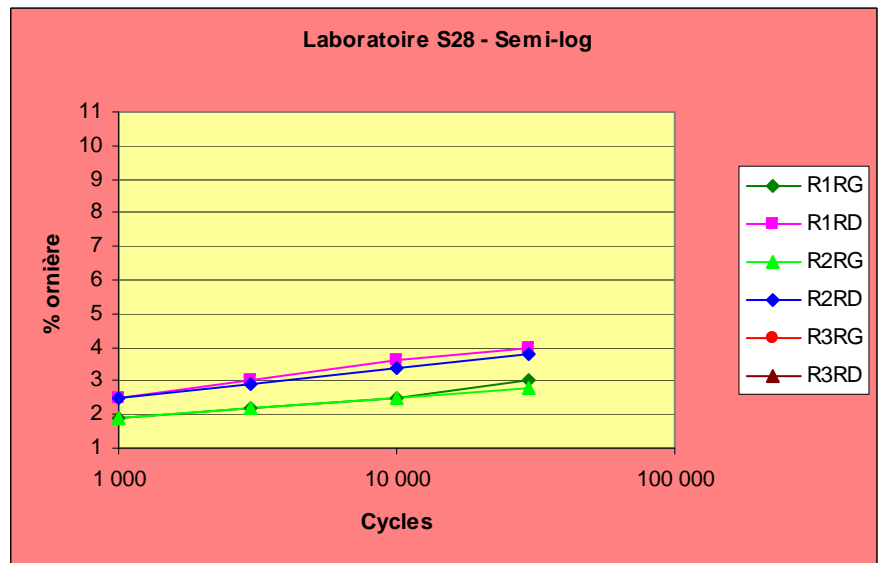
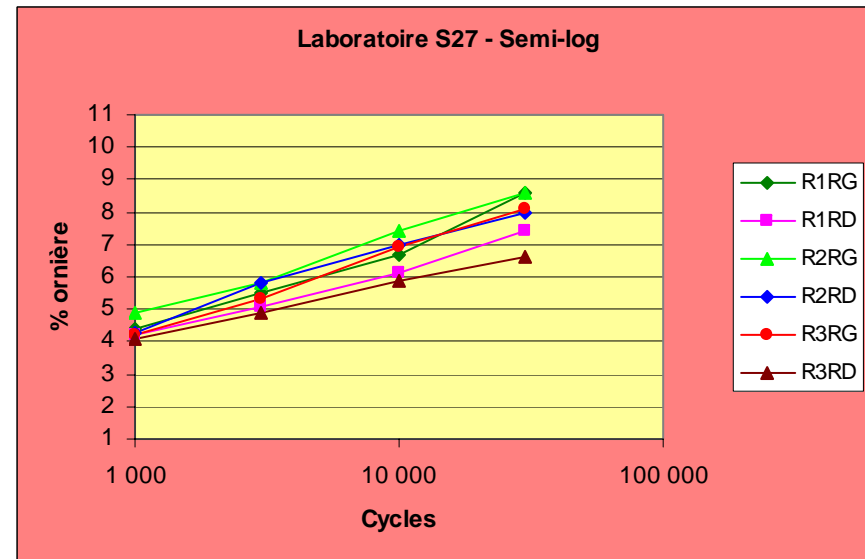
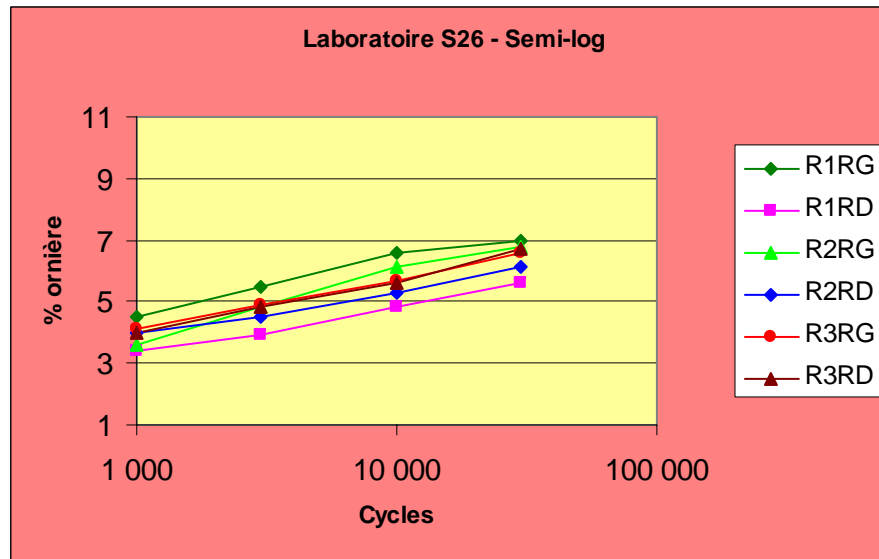


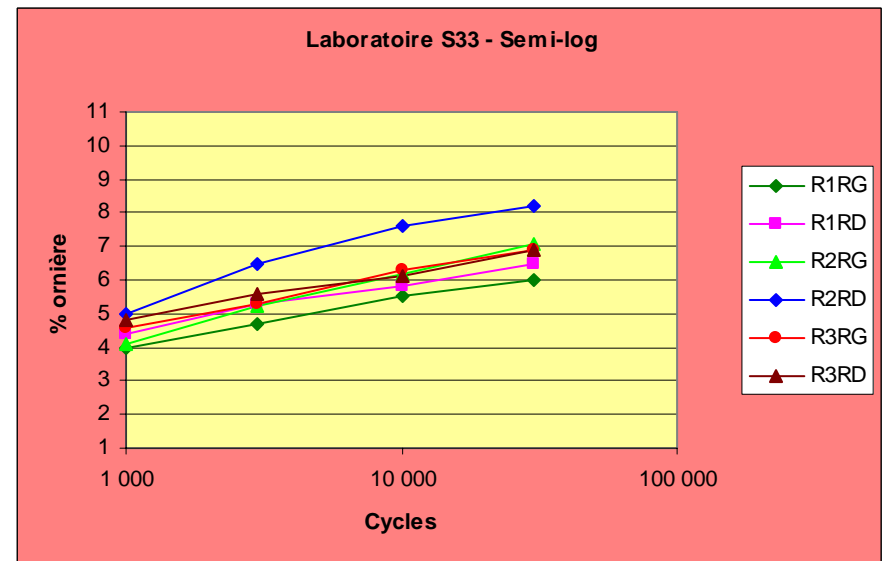
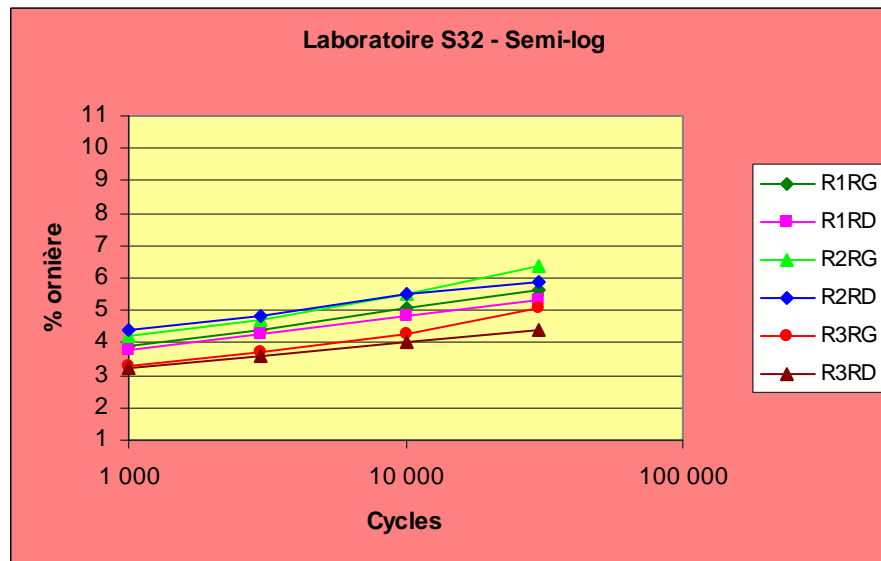
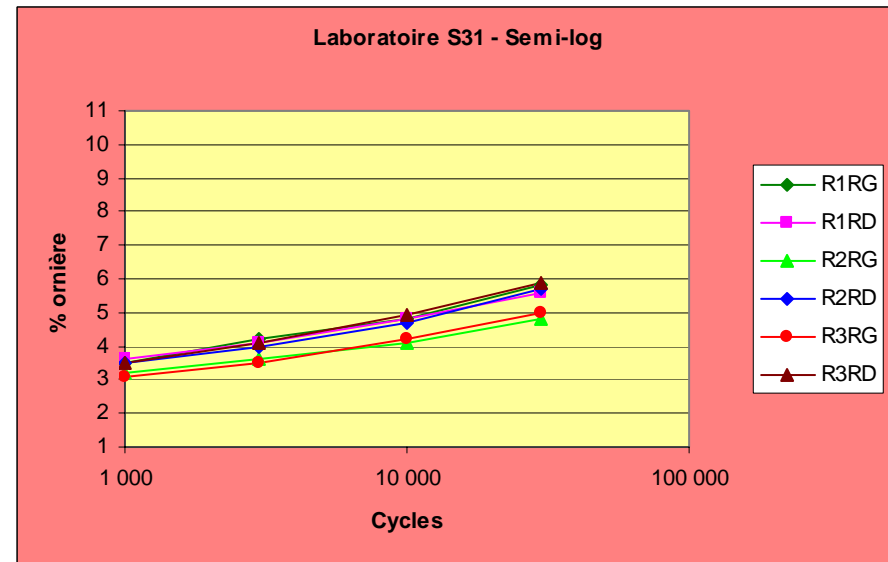
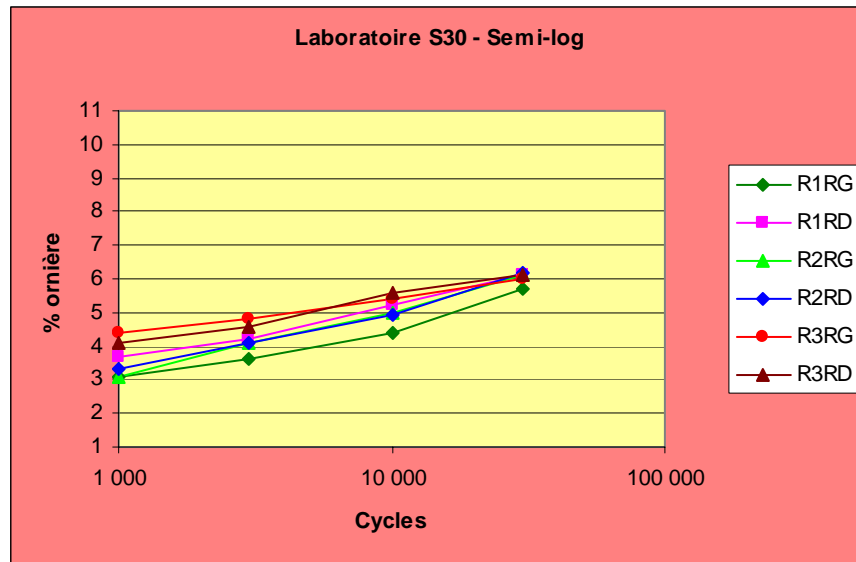


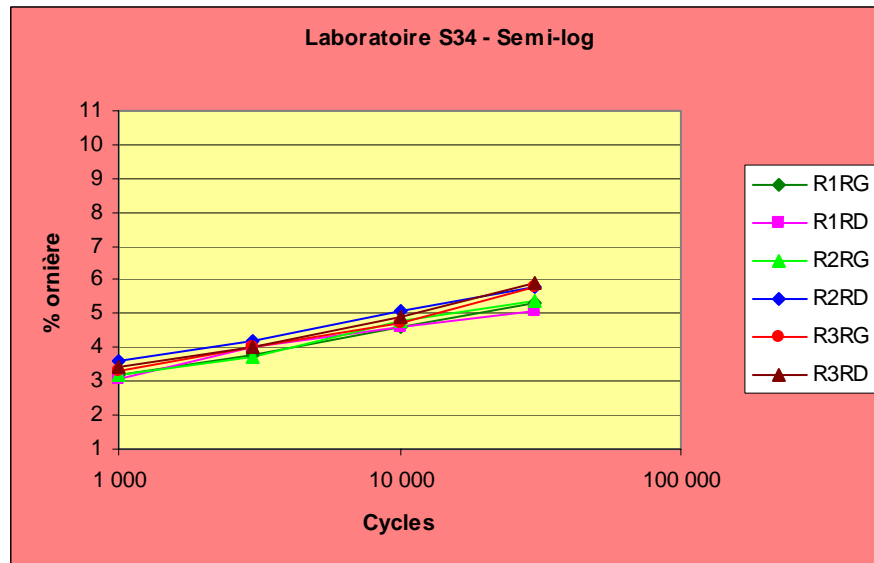
















L'Organisation de l'e.a.p.i.c

Le Groupe Spécialisé « **essais d'aptitude par inter comparaison** » est placé sous l'égide du Comité Opérationnel Qualification Certification de l'IDRRIM (Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité, présidé par Michel BRY (Assistante : Nadège SANGOI).

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 un Laboratoire Support.

Groupe Spécialisé e.a.p.i.c

Président

Jean Eric POIRIER

Membres

Jean-Luc DELORME
Sylvain MOREIRA
Nicole VERCHERE
Jean-Pierre TRIQUIGNEAUX
Ivan DROUADAINÉ
Louissette WENDLING

Cellule Exécutive e.a.p.i.c

Laboratoire Régional de l'Est Parisien
Assisté de

Jean-Luc DELORME
Nicole VERCHERE

Laboratoires Support e.a.p.i.c

Cellule Exécutive EAPIC

Jean-Luc DELORME
Nicole VERCHERE

Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Angers

Sylvain MOREIRA

Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Autun

Louissette WENDLING