

**REALISATION D'ESSAIS EN VOIE DE NORMALISATION
EUROPEENNE SUR UN ECHANTILLONNAGE DE GRANULATS
SUISSES UTILISES POUR LA FABRICATION DE REVETEMENTS
ROUTIERS**

**Versuche an Schweizer Belags-Zuschlagstoffen im Hinblick auf die Einführung
europäischer Normen**

ERTEC S.A., Le Mont-sur-Lausanne

GEO-BAU LABOR, Chur

TECNOTEST, Bern-Liebfeld

**Mandat de recherche 22/92 - sur proposition de l'Union des professionnels suisses
de la route**

Septembre 1994

TABLE DES MATIERES

	Page
RESUME	iii
Symboles, abréviations, unités, lexique	iv
1. INTRODUCTION ET OBJECTIF DE L'ETUDE	1
2. ORGANISATION DE L'ETUDE	4
2.1 Répartition des essais	7
2.2 Exécution des essais.....	8
2.3 Analyse et présentation des résultats	9
3. RESULTATS	10
3.1 Première partie.....	10
3.1.1 Généralités.....	10
3.1.2 Los Angeles.....	11
3.1.3 Essai Micro Deval (en présence d'eau)	18
3.1.4 Friabilité de sable	21
3.1.5 Water absorption (6/11).....	24
Water absorption (11/16).....	26
3.1.6 Magnesium sulfate	29
3.1.7 Natrium sulfate (essai de Quervain).....	32
3.1.8. Resistance to heat	35
3.1.9 Freeze and Thaw.....	38
3.1.10 Formes SN.....	41
3.1.11 Kornform DIN.....	42
3.1.12 Flakiness Index	43
3.1.13 Tableau récapitulatif.....	45
3.1.14 Exigences	46
3.2 Deuxième partie.....	48
3.2.1 Généralités.....	48
3.2.2 Essais de résistance mécanique.....	51
3.2.3 Essai de tenue aux sollicitations thermiques et altérabilité.....	59
3.2.4 Essais de forme.....	63
3.3 Petrography	68
3.4 Dureté	70
4. COMMENTAIRES FINAUX	71
4.1 Première partie.....	71
4.2 Deuxième partie.....	72

ANNEXES (modes opératoires des essais)

I	Listing des modes opératoires
II	Los Angeles SN 6/11 et 11/16
III	Los Angeles EN 10/14
IV	Essai d'usure micro Deval
V	Friabilité de sable
VI	Water absorption 6/11 et 11/16
VII	Magnesium sulfate test
VIII	Sodium sulfate test (essai de Quervain)
IX	Resistance to heat
X	Freeze and Thaw
XI	Forme SN et Kornform DIN
XII	Flakiness Index
XIII	Petrographie
XIV	Dureté

RESUME

La Suisse est tenue d'appliquer les futures normes européennes selon les accords du GATT. Pour la qualification des matériaux et en particulier des granulats, ceci entraînera l'apparition de nouveaux essais avec lesquels seront associées des nouvelles exigences. Il convenait dès lors, d'étudier les plages de valeurs obtenues pour ces nouveaux essais sur un échantillonnage représentatif tant géographique que pétrographique, des granulats suisses actuellement utilisés pour la fabrication de revêtements routiers.

Ces plages de valeurs connues doivent permettre aux membres helvétiques des commissions ad hoc du comité européen de normalisation de négocier les valeurs limites qui figureront dans les futures normes et d'éviter que des limites trop sévères ou trop larges soient admises. Des limites trop restrictives auraient pour conséquence la radiation d'une partie des sources d'approvisionnement de granulats suisses, quand bien même ceux-ci satisfont aux conditions d'utilisation actuelles.

20 carrières ont été sélectionnées. Nous y avons réalisé les prélèvements de granulats dans les fractions retenues pour les tests.

L'analyse des résultats a été faite en 2 parties :

Première partie

- Mise en évidence des plages de valeur des caractéristiques obtenues sur l'échantillonnage de granulats.

Les essais réalisés sont d'une part ceux susceptibles de figurer dans les futures normes européennes et d'autre part ceux similaires, mais de normes différentes, à titre de comparaison (p.ex.: Los Angeles selon SN).

Deuxième partie

- Mise en évidence de lois d'ajustement possible entre essais.
- Calcul, par la loi Normale de Gauss, des limites statistiques pour différents taux de conformité.

Symboles, abréviations et unités

SN	:	Normes de l'union des professionnels suisses de la route	
EN	:	Normes européennes	
DIN	:	Normes allemandes	
NF	:	Normes françaises	
CEN	:	Comité européen de normalisation	
LA	:	Coefficient Los Angeles	[-]
MDE	:	Coefficient Micro Deval	[-]
FS	:	Friabilité de sable	[-]
$W_{m,a}^{24}$	:	Augmentation de masse pour l'essai Water absorption (valeur après 24 heures)	[%]
$W_{m,a}$	:	Augmentation de masse pour l'essai Water absorption (valeur finale)	[%]
$SZ_{sp,h}$ SZ_{sp}	:	Différence de masse entre les essais Schlagversuch avec et sans chauffage des granulats (h. Hitzung)	[%]
F	:	Résultat de l'essai Freeze & Thaw	[%]
Fi	:	Résultat de l'essai Flakiness Index	[-]

Lexique

Flakiness Index	:	Coefficient d'aplatissement
Freeze and Thaw	:	Essai susceptibilité au gel
Kornform aus DIN	:	Forme des grains selon DIN
Los Angeles	:	Essai Los Angeles
Magnesium Sulfate	:	Essai au magnésium de sulfate
Micro Deval	:	Essai d'usure Micro Deval (en présence d'eau)
Natrium Sulfate	:	Essai au natrium de sulfate
Petrography	:	Analyse pétrographie
Resistance to heat	:	Essai de résistance à la chaleur
Sand Friability	:	Essai de friabilité du sable
Water absorption	:	Essai absorption d'eau

1. INTRODUCTION ET OBJECTIF DE L'ETUDE

La Suisse est tenue d'appliquer les futures normes européennes selon les accords du GATT. Pour la qualification des matériaux et en particulier des granulats, ceci entraînera l'apparition de nouveaux essais avec lesquels seront associées des nouvelles exigences. Il convenait dès lors d'étudier les plages de valeurs obtenues pour ces nouveaux essais sur un échantillonnage représentatif, tant géographique que pétrographique, des granulats suisses actuellement utilisés pour la fabrication de revêtements routiers.

Ces plages de valeurs connues doivent permettre aux membres helvétiques des commissions ad hoc du comité européen de normalisation de négocier les valeurs limites qui figureront dans les futures normes et d'éviter que des limites trop sévères ou trop larges soient admises. Des limites trop restrictives auraient pour conséquence la radiation d'une partie des sources d'approvisionnement de granulats suisses, quand bien même ceux-ci satisfont aux conditions d'utilisation actuelles.

Les personnes ayant participé à la présente étude sont :

ERTEC S.A.	:	MM. J.C. TURTSCHY, J.-L. CUENOUD
GEO-BAU-LABOR	:	MM. R. MÜNGER, R. RAGETH
TECNOTEST	:	MM. H.MARTI, P. RÜFLI

Nous tenons également à remercier Messieurs :

B. Schwery, ingénieur au DTP du Valais, section routes nationales

A. Nellen, entreprise Stuag

respectivement président et membre de la sous-commission 271/8, chargée de la surveillance du mandat, pour leur aide active très appréciée.

1. EINLEITUNG UND ZIEL DER STUDIE

Die Schweiz muss die künftigen europäischen Normen, gemäss GATT-Abkommen, anwenden. Für die Qualifikation der Baustoffe und besonders der Zuschlagstoffe hat dies zur Folge, dass neue Versuche ausgeführt werden, die mit neuen Anforderungen verbunden sind. Es ist somit notwendig die erreichten Werte dieser neuen Versuche auf repräsentativen Probenahmen sowohl geographisch wie auch petrographisch, der heute in der Schweiz zur Aufbereitung vom Mischgut verwendeten Zuschlagstoffe, zu studieren.

Die so erhaltenen Werte sollten den schweizerischen Mitgliedern der ad hoc-Kommissionen des europäischen Normenausschusses erlauben, die in den künftigen Normen enthaltenen Grenzwerte zu bestimmen und vermeiden, dass zu restriktive oder zu unrestrictive Werte zugelassen werden. Die zu restriktiven Werte können zur Folge haben, dass ein Teil der schweizerischen Kiesvorkommen ausgeschlossen würden, obwohl diese den heutigen Normen und Vorschriften genügen.

Folgende Personen haben an der Studie teilgenommen :

ERTEC S.A. :	Herr J.C. TURTSCHY und Herr J.L. CUENOUD
GEO-BAU-LABOR :	Herr H. MÜNGER und Herr R. RAGETH
TECNOTEST :	Herr H. MARTI und Herr P. RÜFLI

Wir danken den Herren :

B. Schwery, Ingenieur im DTP Wallis, Nationalstrassen,

A. Nellen, Baugeschäft Stuag,

Präsident beziehungsweise Mitglied der Kommission 271/8, verantwortlich für die Überwachung des Mandats, für ihre aktive Hilfe, die wir sehr geschätzt haben.

1. INTRODUCTION AND OBJECTIVES OF THE STUDY

Switzerland must respect future European standards as specified in the GATT agreements. For material qualification, and in particular aggregates, this will imply the introduction of new trials to which will be associated new requirements. Therefore, a study was to be realized using these new trials on a representative sampling (geographically and petrographically) of Swiss aggregates currently used in the production of road surfacing, and the spectrum of obtained values was to be .

This spectrum of known values shall allow the Swiss members of the ad hoc commissions of the European committee for standardization to negotiate the limiting values which will be exhibited in the future standards, and avoid that too strict or too widespread values be imposed. Too restrictive values would imply the elimination of part of the Swiss supply sources of aggregates, even though the material extracted from these sources meet today's needs and requirements.

The persons who participated in this study are :

ERTEC S.A.
GEO-BAU-LABOR
TECNOTEST

Mr J.C. TURTSCHY and Mr J.L. CUENOUD
Mr H. MÜNGER and Mr P. RAGETH
Mr H. MARTI and Mr P. RÜFLI

We also wish to thank :

Mr B. SCHWERY

Engineer at the Dept. of Public Works of Valais, National Road section,

Mr A. NELLEN

Stuag S.A.,

respectively president and member of the 271/8 VSS subcommission, which is in charge of the supervision of the study, for their active and very much appreciated help.

2. ORGANISATION DE L'ETUDE

L'étude a été chronologiquement menée ainsi :

- sélection d'un échantillonnage représentatif des carrières/gravières suisses productrices de granulats utilisés pour la fabrication de revêtements routiers
- organisation et réalisation des prélèvements d'échantillons de granulats
- répartition des échantillons entre laboratoires
- réalisation des essais
- analyse des résultats
- élaboration du rapport.

a) La sélection des carrières/gravières a été faite tant du point de vue géographique, soit :

- Bassin alpin (Vaud, Valais et Grisons)
- Plateau (Suisse centrale, Suisse orientale)
- Jura

que des natures pétrographiques, de manière à obtenir un échantillonnage représentatif de l'ensemble des diversités de granulats suisses utilisés en construction routière.

Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Liste des carrières/gravières inventoriées pour l'étude

<u>Carrière/Gravière</u>	<u>Canton</u>	<u>Péetrographie / tectonique</u>	<u>Domaine d'emploi *</u>		
			ABS	ABN	HMT
Ambrosini Mosè S.A., Castione	TI	Silicate de calcaire, gneiss	-	-	+
Arvel, Villeneuve	VD	Calcaire, grès	+	+	+
Balmholz A.G., Thun	BE	Grès calcaire	+	+	+
Bangerter A.G., Lyss	BE	Alluvions de l'Aare	+	+	+
Basaltstein A.G. Buchs	SG	Grès	+	+	+
Collonges	VS	Cristallin	+	+	+
Famsa Monthey S.A., Choëx	VS	Grès	+	+	+
Hartsteinwerk AG Kehrsiten	NW		?	?	?
Iles, Sion	VS	Alluvions du Rhône	-	+	+
K. Hürlimann Söhne A.G., Brunnen	SZ	Calcaire	?	?	?
Kalkfabrik Nestal A.G.	GL	Calcaire	Béton hydr. seul.		
Kieswerk Boningen A.G.	SO	Alluvions de l'Aare	+	+	+
Kieswerk Hauser A.G., Mülligen	AG	Alluvions de la Reuss	+	+	+
Kieswerk Hüntwangen	ZH	Alluvions du Rhin	?	?	?
Kieswerk Makles A.G. Gettnau	LU	Alluvions de la Luthern	+	+	+
Kieswerk Montebello A.G., Pontresina	GR	Alluvions de la Bernina	-	+	+
Kieswerk Oberhalbstein, Cunters	GR	Alluvions de la Julia	-	+	+
Kieswerk Untervaz A.G.	GR	Alluvions du Rhin	-	+	+
Lathion S.A. (Bramois), Sion	VS	Calcaire marbré	-	-	+
Lessus, St-Triphon	VD	Calcaire	-	+	+
Losinger Sion S.A., Massongex	VS		+	+	+
Louis Lachat S.A., Asuel	JU	Calcaire (débris rocheux)	-	+	+
Mittal, Steg	VS	Gneiss, calcaire	+	+	+
Mühlehorn-Quinten A.G.	GL	Calcaire	Béton hydr. seul.		
Raron (Pellanda R.)	VS	Gneiss, calcaire	+	+	+
Rosswald					
Sagrove S.A. (Le Bouveret/VS)	VD	Alluvions du Rhône	Béton hydr. seul.		
Sagrove S.A. (Meillerie/France)	VD		+	+	+
Sosa Gera S.A., Zernez	GR	Débris rocheux cristallins	+	+	+
Steinag Rozloch, Stansstad	NW		+	+	+
Steinbruch "Mürli", Käppeli	SG	Calcaire	+	+	+
Steinbruch Sulser A.G. Buchs	SG	Calcaire	Béton hydr. seul.		
Steinbruch Zingel A.G., Schwyz	SZ	Calcaire siliceux	+	+	+
Victor Gasperini A.G., Altdorf	SZ	Flysch-grès	+	+	+
Weiacher Kies A.G.	ZH	Alluvions du Rhin	+	+	+

ABS = couche d'usure type S

ABN = couche d'usure type N

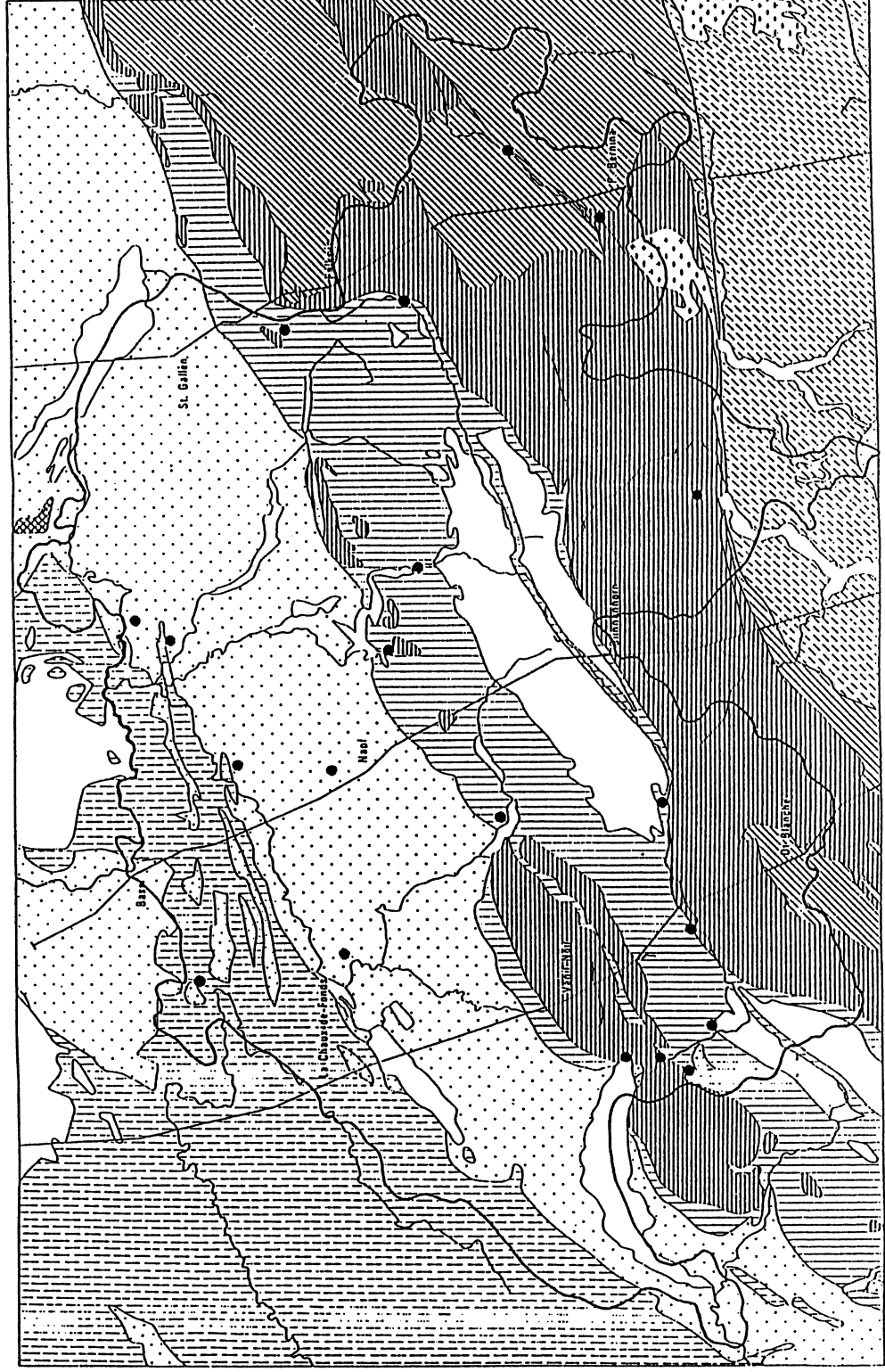
HMT = couche de support

* Tel que pratiqué : La conformité du granulat aux exigences des normes selon l'utilisation pratiquée n'a pas été vérifiée.

Sur ces 35 cites, 20 ont été choisis pour la suite de l'étude.

Situation géographique sur carte tectonique des carrières et gravières sélectionnées pour l'étude

Carte géotectonique de la Suisse
Tektonische Karte der Schweiz



● Site retenu pour le prélèvement d'échantillons

Kristallin-Massive
Massifs cristallins

Alpine bis postalpine Intrusiva
Roches intrusives alpines-postalpines

Jura

Molasse im Mittelland und südlich der Alpen
Tertiär im Jura und im Rheingraben
Molasse du Plateau et au sud des Alpes
Tertiaire dans le Jura et dans le fossé rhénan

Tertiäre Eruptiva (Hegau)
Roches éruptives tertiaires (Hegau)

Autochthon und Helvetikum
Autochthone et Helvétique

Penninikum
Pennique

Ostalpin
Austroalpin

Südalpen
Alpes méridionales

Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

- b) Les prélèvements ont été réalisés par les laboratoires participant au programme de recherche dans leur région respective selon tableau ci-dessous et selon la norme SN 670'800c.

ERTEC S.A.	TECNOTEST	GEO-BAU-LABOR
Arvel S.A., Villeneuve	Balmholz A.G., Sundlauenen	Ambrosini Mosè S.A. Castione
Collonges GGR, Fully	Bangerter A.G., Lyss	Basaltstein A.G., Buchs
Famsa Monthey S.A.	Kieswerk Boningen A.G.	Kieswerk Untervaz A.G.
Les Iles, Sion	Kieswerk Hauser A.G., Mülligen	Montebello A.G., Pontresina
Lessus S.A., St-Triphon	Lachat Louis S.A., Asuel	Sosa Gera S.A., Zernezh
Pellanda, Rarogne	Makies A.G., Gettnau	Steinag Rozloch, Standsstad
	Weiacher Kies A.G., Weiach	Viktor Gasperini, Altdorf

Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

2.1 Répartition des essais

La répartition des essais à réaliser a été faite selon les compétences de chacun des laboratoires et de manière à partager le volume des prestations de manière équitable.

Cette répartition est la suivante :

ESSAI	Gran.	LABORATOIRE	SOUS-TRAITANCE
Petrography: [%] selon classification CEN dureté selon VSS/SN	11/16	Geo-Bau-Labor Geo-Bau-Labor	Geo-Bau-Labor Geo-Bau-Labor
Micro Deval: selon NF	10/14	Ertec S.A.	Laboratoire Régional de Lyon
Los Angeles: selon SN (10 boulets)	6/11	Tecnotest	Tecnotest
selon EN (11 boulets)	11/16 10/14	Tecnotest Tecnotest	Tecnotest Tecnotest
Friabilité de sable selon NF	0.1/2	Ertec S.A.	Laboratoire Régional de Lyon
Water absorption selon DIN	6/11 11/16	Ertec S.A. Ertec S.A.	Ertec S.A. Ertec S.A.
Freeze and Thaw:	6/16	Tecnotest	Tecnotest
Mg-Sulfate: 5 cycles > 10 mm (Résistance aux sollicitations climatiques)	11/16	Geo-Bau-Labor	Geo-Bau-Labor
Ng-Sulfate 40 cycles > 11 mm (essai Quervain)	11/16	Geo-Bau-Labor	Geo-Bau-Labor
Resistance to heat (+ Schlagversuch):	8/12	Geo-Bau-Labor	Amt. Materialprüfanstalt Clausthal-Zellerfeld
Flakiness Index:	10/16	Tecnotest	Tecnotest
Forme selon SN:	11/16	Tecnotest	Tecnotest
Kornform aus DIN:	11/16	Tecnotest	Tecnotest

SN = normes suisses

DIN = deutsche Normen

Les essais Water absorption, Freeze & Thaw, Magnesium Sulfate et Natrium Sulfate ont tous pour but de déterminer la résistance au gel et aux conditions climatiques des granulats. Quant aux essais de formes (forme SN et Kornform DIN), ils ont été retenus pour comparer leurs résultats avec l'essai Flakiness Index. Il en est de même pour les essais MDE et Los Angeles selon SN, à comparer avec l'essai selon EN.

2.2 Exécution des essais

Les modes opératoires de chaque essai sont cités en référence dans le tableau ci-dessous.

ESSAI		Gran.	Mode opératoire
Petrography:	[%] selon classification CEN dureté selon VSS/SN	11/16	N 137E SN 670 710 (Tab. 2)
Micro Deval:	selon NF	10/14	NF P 18572
Los Angeles:	selon SN (10 boulets)	6/11	SN 670 835 b
		11/16	SN 670 835 b
	selon EN (11 boulets)	10/14	TG/07/A5
Friabilité de sable:	selon NF	0.1/2	NF P 18576
Water absorption:	selon DIN	6/11	DIN 52103
		11/16	DIN 52103
Freeze and Thaw:		6/16	TG9-141
Mg-Sulfate:	5 cycles > 10 mm (Résistance aux sollicitations climatiques)	11/16	N323E
Ng-Sulfate :	40 cycles > 11 mm (essai Quervain)	11/16	Unterbau und Schotter R 211.1
Resistance to heat (+ Schlagversuch):		8/12	DIN 52115 (Teil 3)
Flakiness Index:		10/16	pr EN 933-6
Forme SN:		11/16	SN 670 710 d (Tab. 7)
Kornform DIN:		11/16	*) DIN

SN = normes suisses
DIN = deutsche Normen

EN = european norms
NF = normes françaises

*) = Exécuté selon SN 670 710 d avec exigences DIN, c'est-à-dire a/c > 3.0

2.3 Analyse et présentation des résultats

L'analyse des résultats a été segmentée en 2 parties :

- La première consiste en une analyse statistique par essai.* Ceci permet de déterminer les plages de valeurs représentatives des caractéristiques des granulats suisses.
- La deuxième partie a pour but de trouver des corrélations éventuelles entre essais de même nature, soit :

- | | | |
|--|---|---|
| - essai de forme | : | Flakiness Index (FI)
Formes selon SN ($a/c > 2,5$)
Kornform DIN ($a/c > 3,0$) |
| - résistance mécanique | : | Los Angeles SN et EN (LA)
Mico Deval (MDE)
Sand Friability (FS) |
| - tenue aux sollicitations
thermiques et altérabilité | : | Water absorption
Magnesium sulfate test
Resistance to heat
Freeze-thaw |

- * Pour les essais de résistance mécanique, de tenue aux sollicitations thermiques et altérabilité, à savoir : LA, MDE, FS, Water absorption, Magnesium sulfate test, Resistance to heat, Freeze-thaw, nous avons également réalisé une analyse statistique selon la qualité (domaine d'emploi) des granulats.

3. RESULTATS

3.1 Première partie

3.1.1 Généralités

Cette première analyse a pour but de mettre en évidence les plages de valeurs des caractéristiques obtenues sur un échantillonnage représentatif de granulats suisses utilisés en construction routière par la réalisation d'essais en voie de normalisation européenne.

La marche à suivre appliquée est la suivante :

- 1° Analyse statistique des résultats (ensemble et par qualité de granulats)
- 2° Calcul, par la loi Normale de Gauss, des limites assurant une conformité statistique de 98 % en ajoutant à la moyenne 2 fois l'écart-type, ce qui en principe garantit que l'essentiel d'une population de valeurs respecte ces limites.

Comme base comparative, pour juger de l'incidence d'une variation des valeurs limites, nous avons également calculé celles assurant une conformité de 80 %. Elles s'obtiennent en ajoutant 1,3 fois l'écart-type à la moyenne.

3.1.2 Los Angeles

i) Fraction 6/11 selon SN 670'835b

LOS ANGELES (6/11)

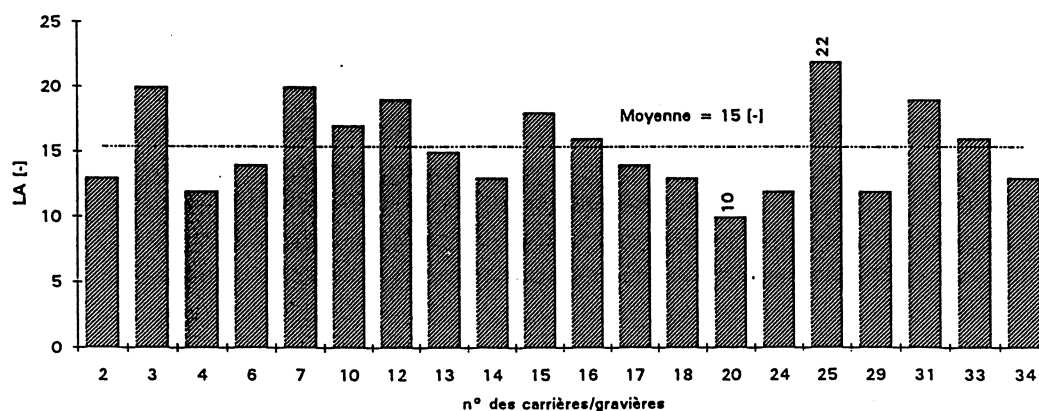
Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Los Angeles selon SN 670 835 b	
Site n°	Qualité de granul. *	Classe granulaire	LA [-]
2	S	6/11	13
3	N	6/11	20
4	S	6/11	12
6	S	6/11	14
7	N	6/11	20
10	S	6/11	17
12	N	6/11	19
13	S	6/11	15
14	S	6/11	13
15	S	6/11	18
16	S	6/11	16
17	S	6/11	14
18	S	6/11	13
20	S	6/11	10
24	S	6/11	12
25	N	6/11	22
29	S	6/11	12
31	N	6/11	19
33	N	6/11	16
34	S	6/11	13

Statistiques	Los Angeles selon SN 670 835 b		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	10	10	16
Maximum :	22	18	22
Moyenne :	15	14	19
Ecart-type:	3	2	2

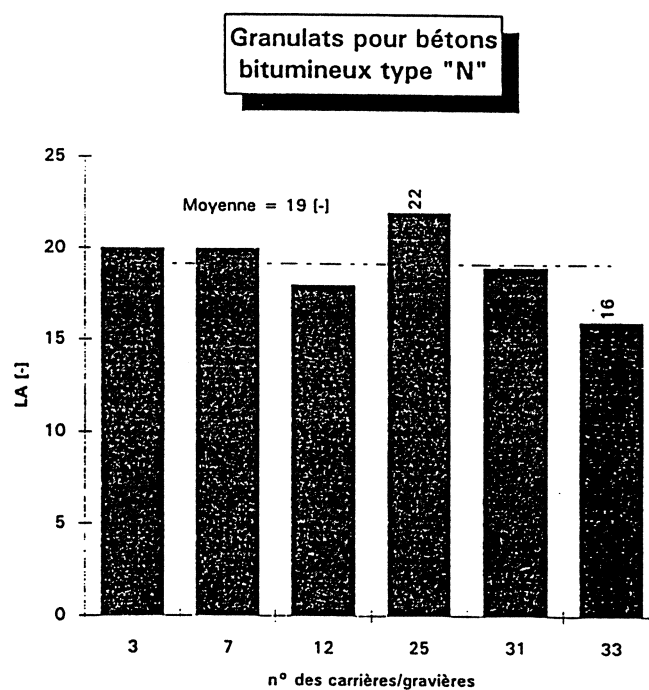
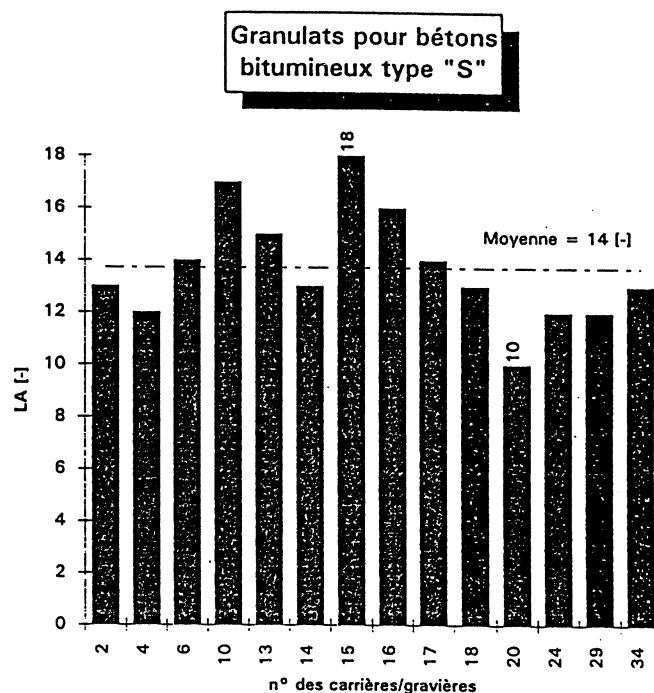
* S = Pour couches de type S
N = Pour couches de type N et L

Granulats pour bétons bitumineux types "S" et "N"



LOS ANGELES

Graphiques par type de granulats (fraction 6/11)



ii) Fraction 11/16
selon SN 670'835b

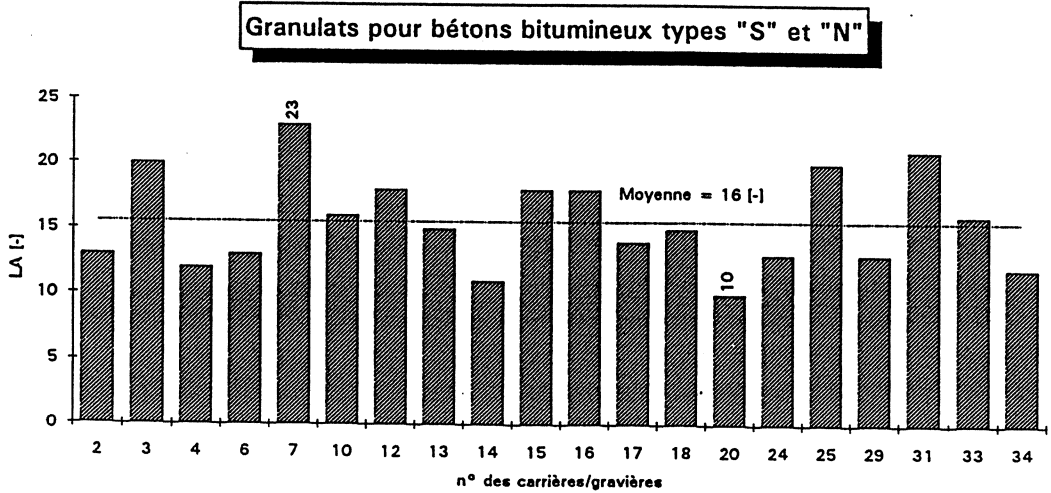
LOS ANGELES (11/16)

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Los Angeles selon SN 670 835 b	
Site n°	Qualité des granulats *	Classe granulaire	LA [-]
2	S	11/16	13
3	N	11/16	20
4	S	11/16	12
6	S	11/16	13
7	N	11/16	23
10	S	11/16	16
12	N	11/16	18
13	S	11/16	15
14	S	11/16	11
15	S	11/16	18
16	S	11/16	18
17	S	11/16	14
18	S	11/16	15
20	S	11/16	10
24	S	11/16	13
25	N	11/16	20
29	S	11/16	13
31	N	11/16	21
33	N	11/16	16
34	S	11/16	12

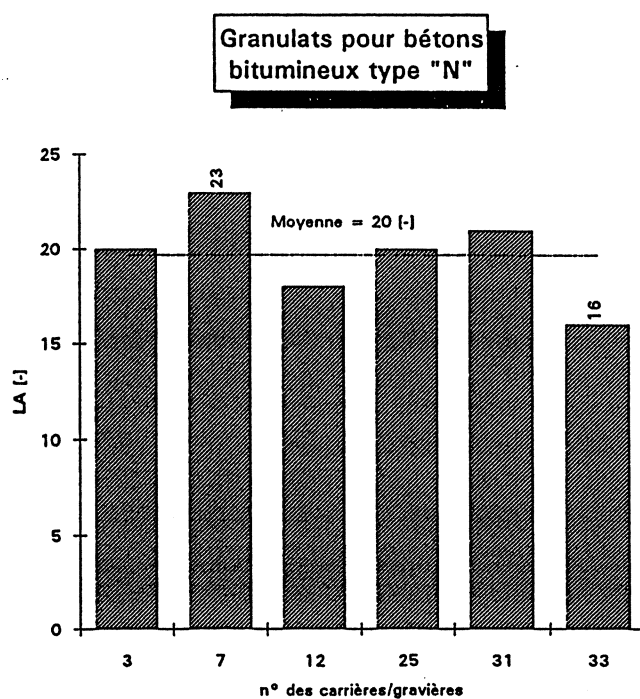
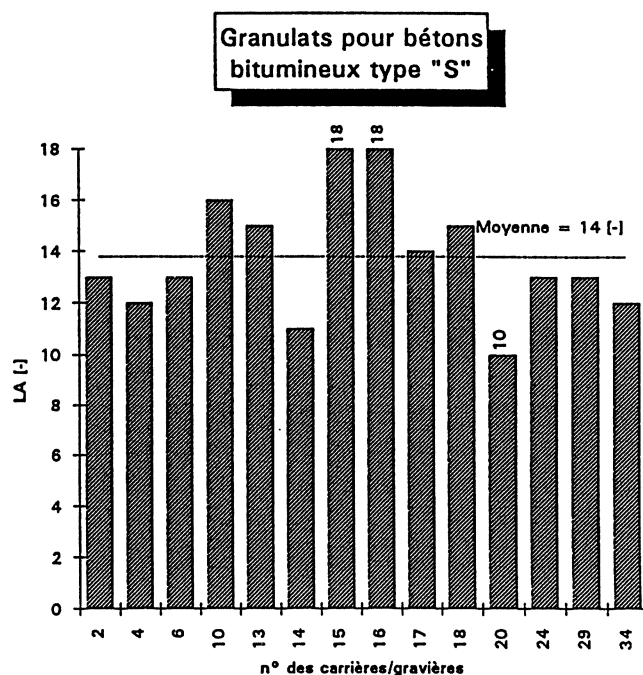
Statistiques	Los Angeles selon SN 670 835 b		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	10	10	16
Maximum :	23	18	23
Moyenne :	16	14	20
Ecart-type:	4	2	2

* S = Pour couches de type S
N = Pour couches de types N et L



LOS ANGELES

Graphiques par type de granulats (fraction 11/16)



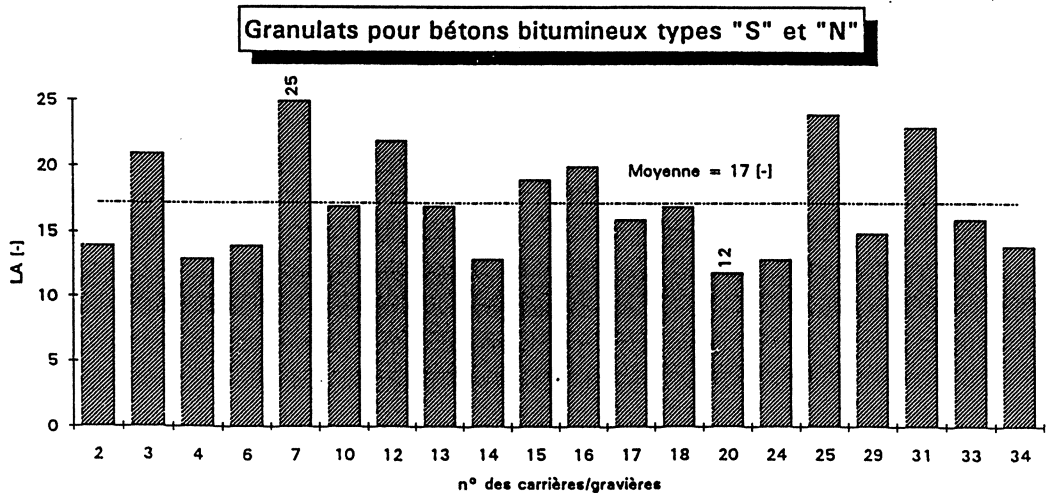
iii) Fraction 10/14
selon TG/07/A5

LOS ANGELES (10/14)
Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Los Angeles selon TG/07/A5	
Site n°	Qualité de granul. *	Classe granulaire	LA [-]
2	S	10/14	14
3	N	10/14	21
4	S	10/14	13
6	S	10/14	14
7	N	10/14	25
10	S	10/14	17
12	N	10/14	22
13	S	10/14	17
14	S	10/14	13
15	S	10/14	19
16	S	10/14	20
17	S	10/14	16
18	S	10/14	17
20	S	10/14	12
24	S	10/14	13
25	N	10/14	24
29	S	10/14	15
31	N	10/14	23
33	N	10/14	16
34	S	10/14	14

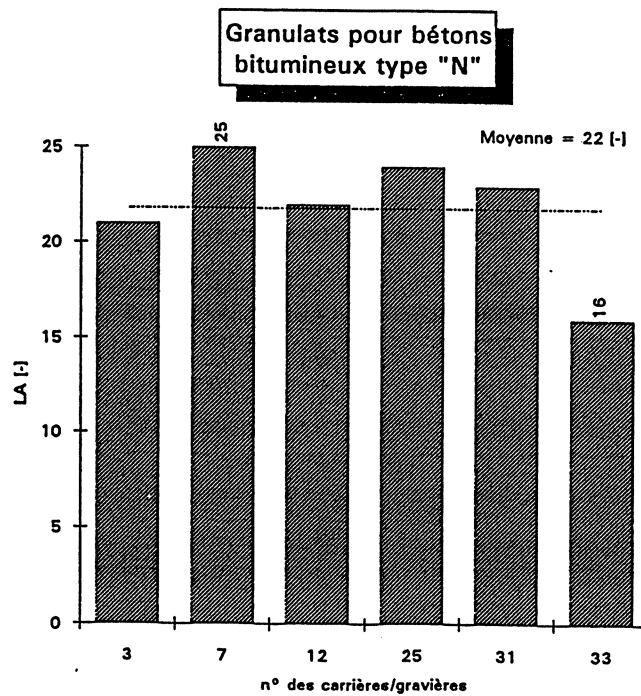
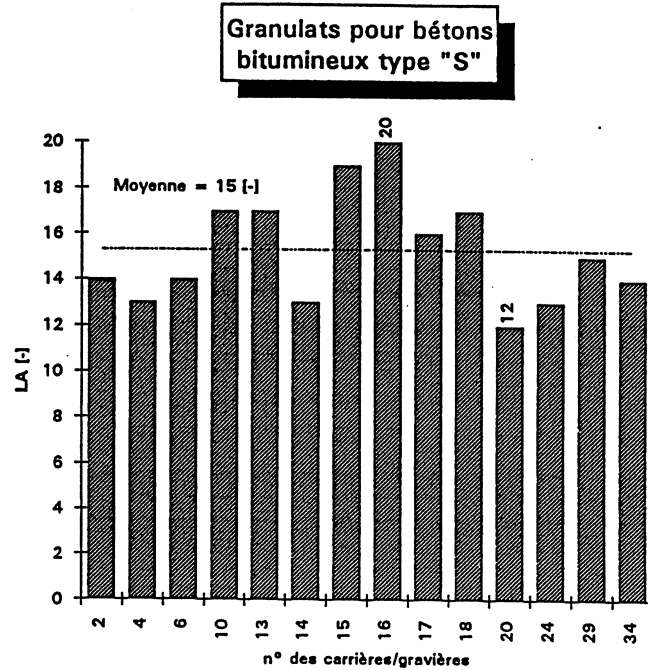
Statistiques	Los Angeles selon TG/07/A5		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	12	12	16
Maximum :	25	20	25
Moyenne :	17	15	22
Écart-type:	4	2	3

* S = Pour tous types de couches de roulement
N = Pour couches de type N et L



LOS ANGELES

Graphiques par type de granulats (fraction 10/14)



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

	S + N			S			N		
	6/11	11/16	10/14	6/11	11/16	10/14	6/11	11/16	10/14
Moyenne [-]	15	16	17	14	14	15	19	20	22
LA (80) [-]	19	21	22	17	17	18	22	23	25
LA (98) [-]	21	24	25	18	18	19	23	24	28

avec : LA (80) = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

LA (98) = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

Les résultats obtenus dans l'étude Los Angeles nous amènent à formuler deux remarques :

- les résultats avec l'essai européen (11 boulets) sont plus élevés de 2 points en moyenne que ceux obtenus avec l'essai selon SN, quelle que soit la classe de granulat considérée
- la différence des résultats entre granulats de qualité "S" et "N" est importante (5 à 6 points) d'où l'intérêt de traiter les granulats selon leur qualité et d'imposer deux limites distinctes.

3.1.3 Essai Micro Deval (en présence d'eau)

ESSAI D'USURE MICRO - DEVAL

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

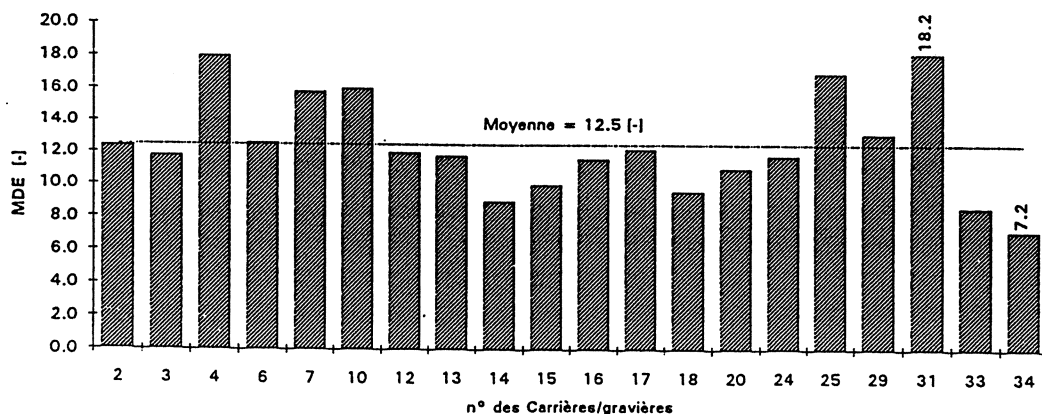
Résultats		Micro-Deval selon NF P18-572	
Site n°	Qualité des granulats *	Classe granulaire	MDE [-]
2	S	10/14	12.4
3	N	10/14	11.8
4	S	10/14	18.0
6	S	10/14	12.6
7	N	10/14	15.8
10	S	10/14	16.0
12	N	10/14	12.0
13	S	10/14	11.8
14	S	10/14	9.0
15	S	10/14	10.0
16	S	10/14	11.6
17	S	10/14	12.2
18	S	10/14	9.6
20	S	10/14	11.0
24	S	10/14	11.8
25	N	10/14	17.0
29	S	10/14	13.2
31	N	10/14	18.2
33	N	10/14	8.6
34	S	10/14	7.2

Statistiques	Micro-Deval selon NF P18-572		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	7.2	7.2	8.6
Maximum :	18.2	18.0	18.2
Moyenne :	12.5	11.9	13.9
Ecart-type:	3.0	2.6	3.4

* S = Pour couches de type S

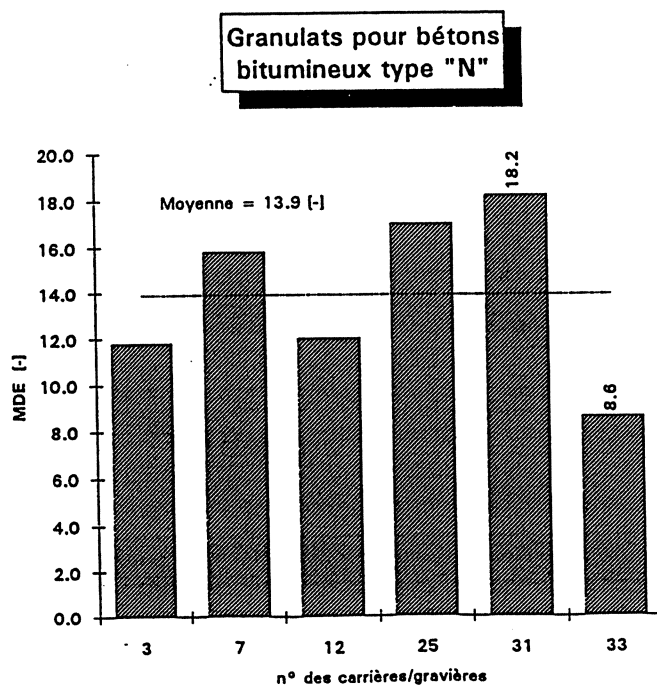
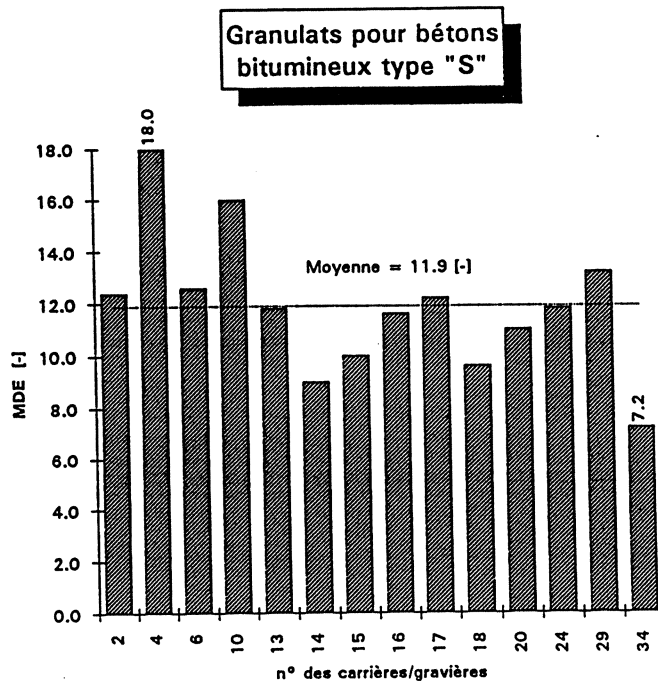
N = Pour couches de types N et L

Granulats pour bétons bitumineux type "S" et "N"



ESSAI D'USURE MICRO - DEVAL

Graphiques par type de granulats (fraction 10/14)



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

		S + N	S	N
Moyenne	[-]	12,5	11,9	13,9
MDE (80)	[-]	16,4	15,3	18,4
MDE (98)	[-]	18,5	17,1	20,7

avec : MDE (80) = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

MDE (98) = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

On constate une différence entre granulats de qualité "N" et "S" de l'ordre de 2 points dans la moyenne des résultats obtenus qui passe à plus de 3 points pour les limites statistiques. Il paraît donc souhaitable d'imposer une limite différente selon la qualité du granulat.

Les exigences actuellement en vigueur, concernant les résultats de l'essai d'usure Micro Deval en présence d'eau, font l'objet d'un tableau de la norme française P 18-101, présenté au § 3.1.14.

Selon la NF P 18-101 l'appartenance des granulats à l'une ou l'autre des catégories nécessite de satisfaire simultanément :

- à la somme des valeurs LA et MDE
- aux valeurs de LA et MDE indiquées dans le dit tableau.

Pour la valeur MDE seules les limites à 98 %, proposées ci-dessus, permettent aux granulats d'appartenir au moins à la catégorie B.

3.1.4 Friabilité de sable

FRIABILITE DE SABLE

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

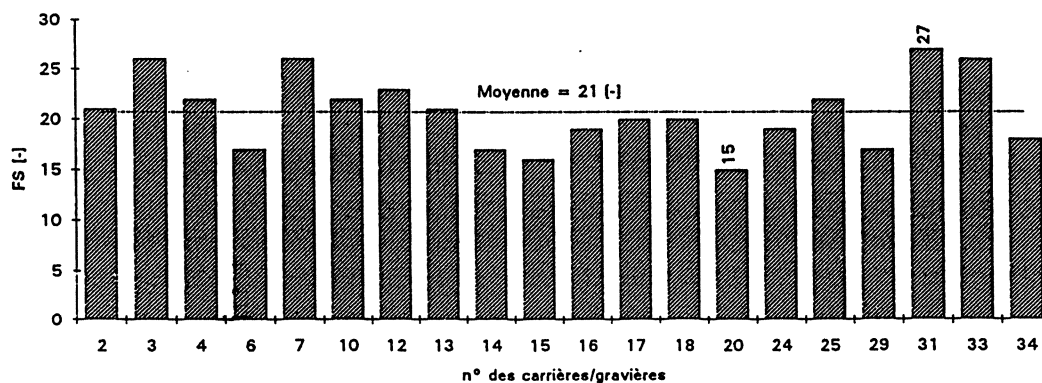
Résultats		Friabilité sable selon NF P18-576	
Site n°	Qualité des granulats *	Classe granulaire	FS [-]
2	S	0.1/2	21
3	N	0.1/2	26
4	S	0.1/2	22
6	S	0.1/2	17
7	N	0.1/2	26
10	S	0.1/2	22
12	N	0.1/2	23
13	S	0.1/2	21
14	S	0.1/2	17
15	S	0.1/2	16
16	S	0.1/2	19
17	S	0.1/2	20
18	S	0.1/2	20
20	S	0.1/2	15
24	S	0.1/2	19
25	N	0.1/2	22
29	S	0.1/2	17
31	N	0.1/2	27
33	N	0.1/2	26
34	S	0.1/2	18

Statistiques	Friabilité de sable selon NF P18-576		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	15	15	22
Maximum :	27	22	27
Moyenne :	21	19	25
Ecart-type:	3	2	2

* S = Pour couches de type S

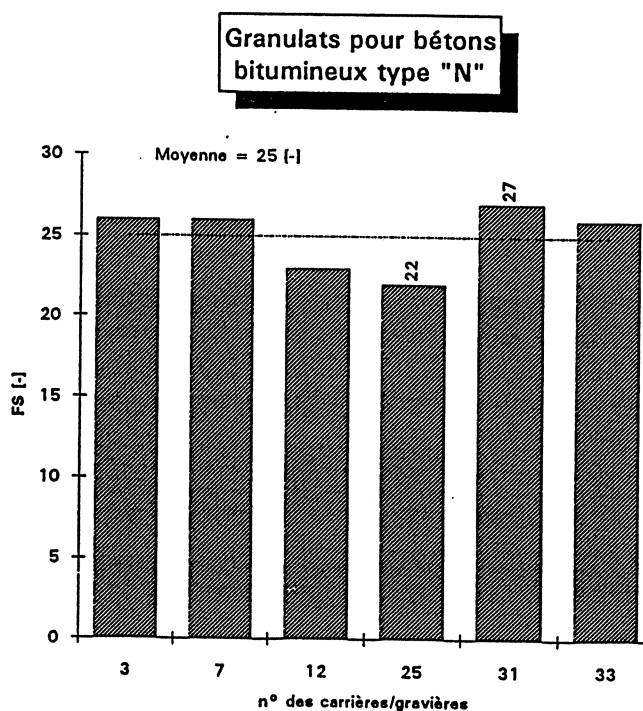
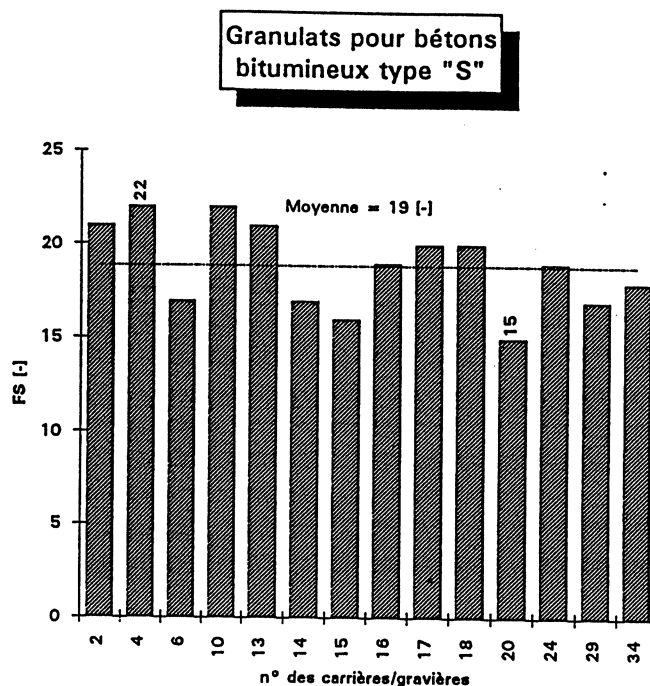
N = Pour couches de types N et L

Granulats pour bétons bitumineux types "S" et "N"



FRIABILITE DE SABLE

Graphiques par type de granulats (fraction 0.1/2)



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

		S et N	S	N
Moyenne	[-]	21	19	25
FS (80)	[-]	25	22	28
FS (98)	[-]	27	23	29

avec : FS (80) = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

FS (98) = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

Tout comme l'essai Los Angeles, nous avons obtenu, pour l'essai de friabilité de sable, des résultats différents selon la qualité des granulats testés de l'ordre de 6 points en moyenne.

Il convient donc de fixer une limite de conformité par qualité de granulat.

3.1.5 Water absorption (6/11)

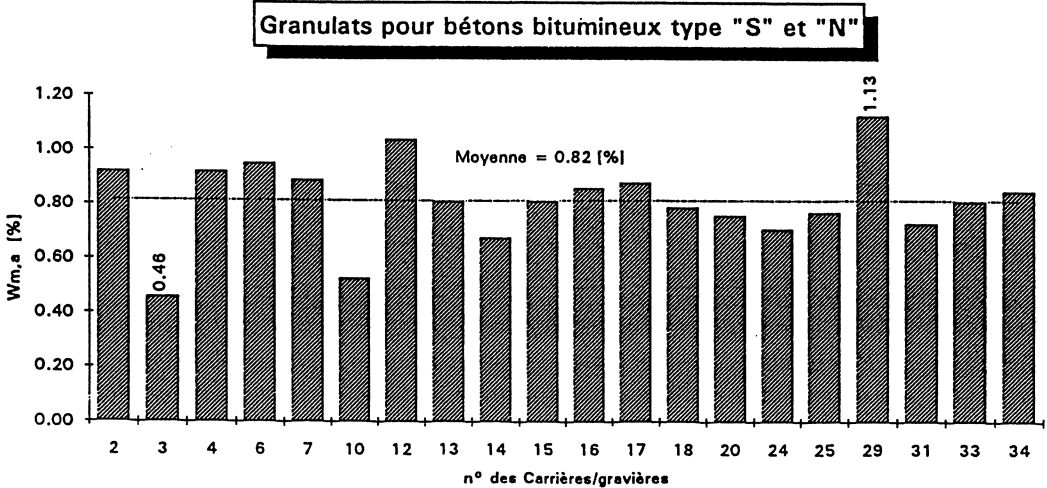
WATER ABSORPTION (6/11)

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Water absorption selon DIN 52103	
Site n°	Qualité des granulats *	Classe granulaire	Wm,a [%]
2	S	6/11	0.92
3	N	6/11	0.46
4	S	6/11	0.92
6	S	6/11	0.95
7	N	6/11	0.89
10	S	6/11	0.53
12	N	6/11	1.04
13	S	6/11	0.81
14	S	6/11	0.68
15	S	6/11	0.81
16	S	6/11	0.86
17	S	6/11	0.88
18	S	6/11	0.79
20	S	6/11	0.76
24	S	6/11	0.71
25	N	6/11	0.77
29	S	6/11	1.13
31	N	6/11	0.73
33	N	6/11	0.81
34	S	6/11	0.85

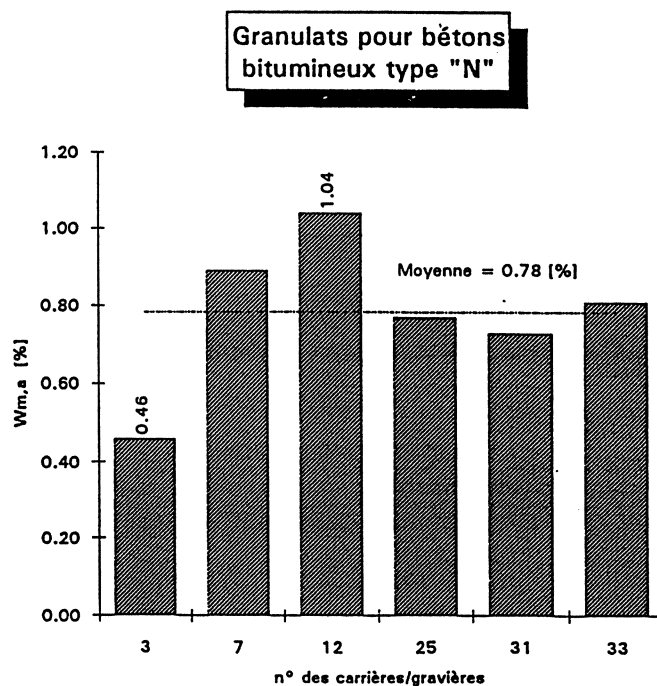
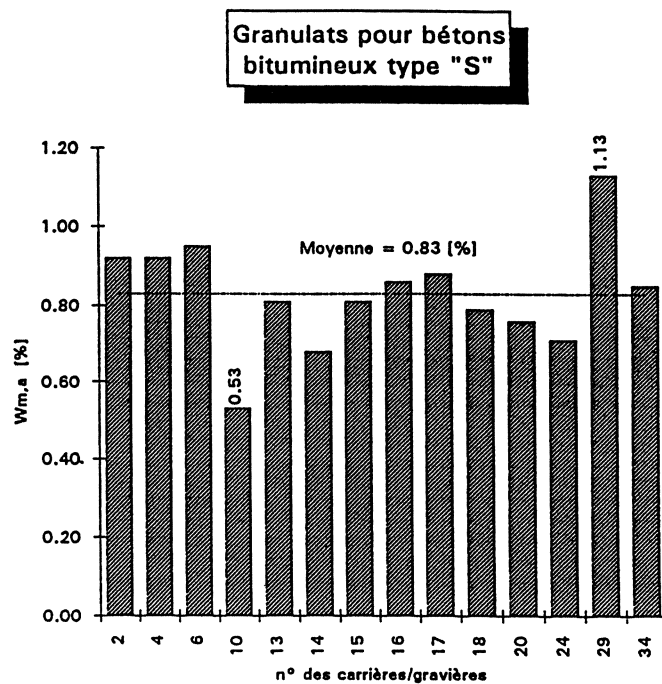
Statistiques	Water absorption selon DIN 52103		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	0.46	0.53	0.46
Maximum :	1.13	1.13	1.04
Moyenne :	0.82	0.83	0.78
Ecart-type:	0.15	0.14	0.18

* S = Pour couches de type S
N = Pour couches de types N et L



WATER ABSORPTION

Graphiques par type de granulats (fraction 6/11)



Water absorption (11/16)

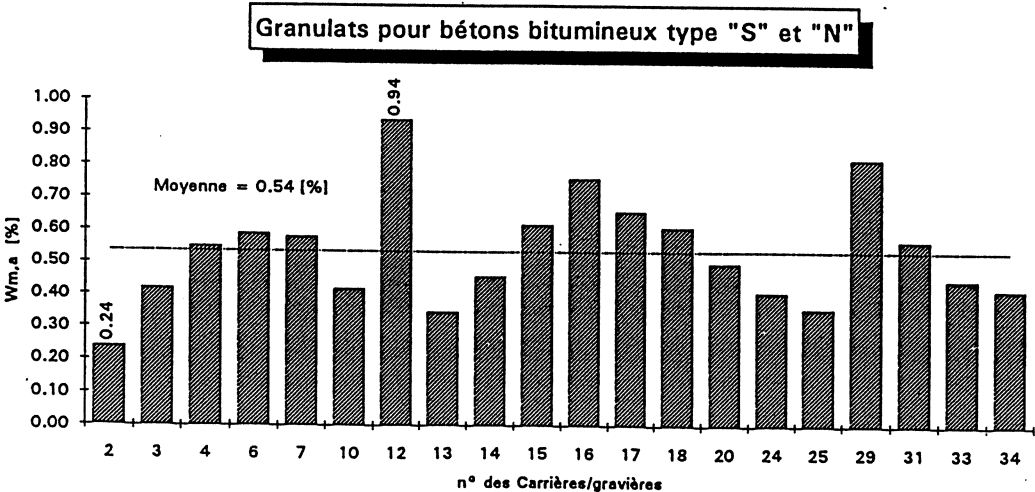
WATER ABSORPTION (11/16)

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Water absorption selon DIN 52103	
Site n°	Qualité des granulats *	Classe granulaire	Wm,a [%]
2	S	11/16	0.24
3	N	11/16	0.42
4	S	11/16	0.55
6	S	11/16	0.59
7	N	11/16	0.58
10	S	11/16	0.42
12	N	11/16	0.94
13	S	11/16	0.35
14	S	11/16	0.46
15	S	11/16	0.62
16	S	11/16	0.76
17	S	11/16	0.66
18	S	11/16	0.61
20	S	11/16	0.50
24	S	11/16	0.41
25	N	11/16	0.36
29	S	11/16	0.82
31	N	11/16	0.57
33	N	11/16	0.45
34	S	11/16	0.42

Statistiques	Water absorption selon DIN 52103		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	0.24	0.24	0.36
Maximum :	0.94	0.82	0.94
Moyenne :	0.54	0.53	0.55
Ecart-type:	0.17	0.15	0.19

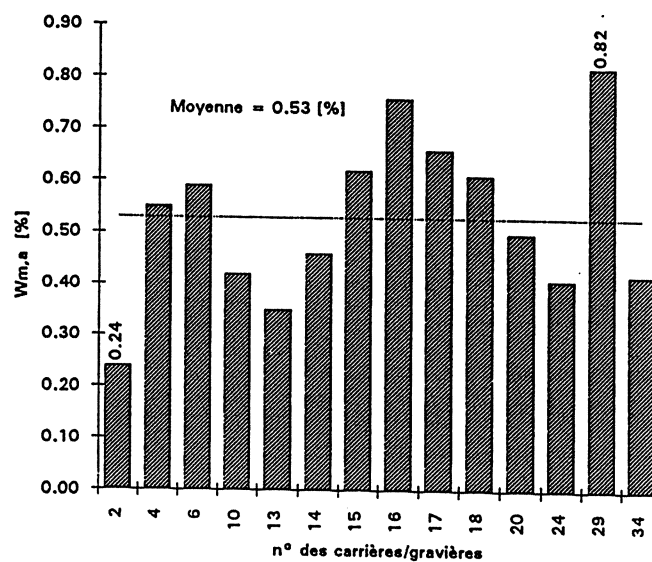
* S = Pour couches de type S
N = Pour couches de types N et L



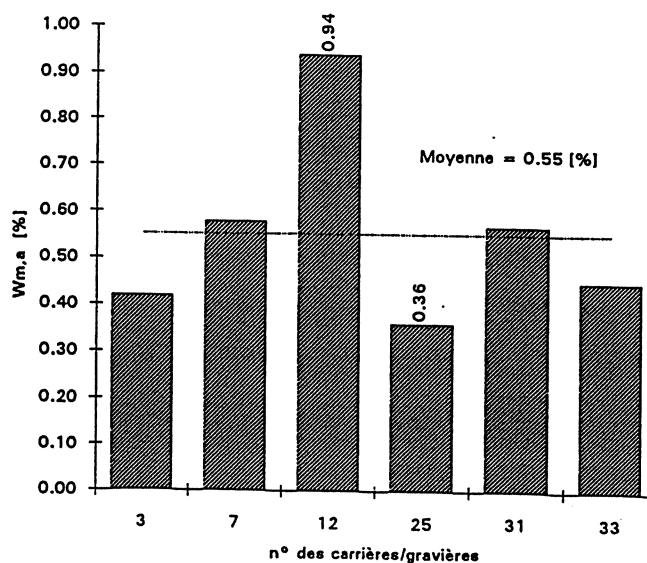
WATER ABSORPTION

Graphiques par type de granulats (fraction 11/16)

Granulats pour bétons bitumineux type "S"



Granulats pour bétons bitumineux type "N"



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

	6/11	11/16
Moyenne [%]	0,8221	0,54
$W_{m,a} (80)$ [%]	1,02	0,76
$W_{m,a} (98)$ [%]	1,12	0,88

avec : $W_{m,a} (80)$ = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

$W_{m,a} (98)$ = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

L'absorption d'eau est légèrement plus faible pour la fraction 11/16 que pour la fraction 6/11. Par contre, pour les 2 fractions nous ne notons aucune différence significative entre les granulats de qualité "S" et "N".

Pour l'ensemble des essais réalisés, les résultats obtenus sont faibles, de l'ordre de 1 %.

3.1.6 Magnesium sulfate selon N323E

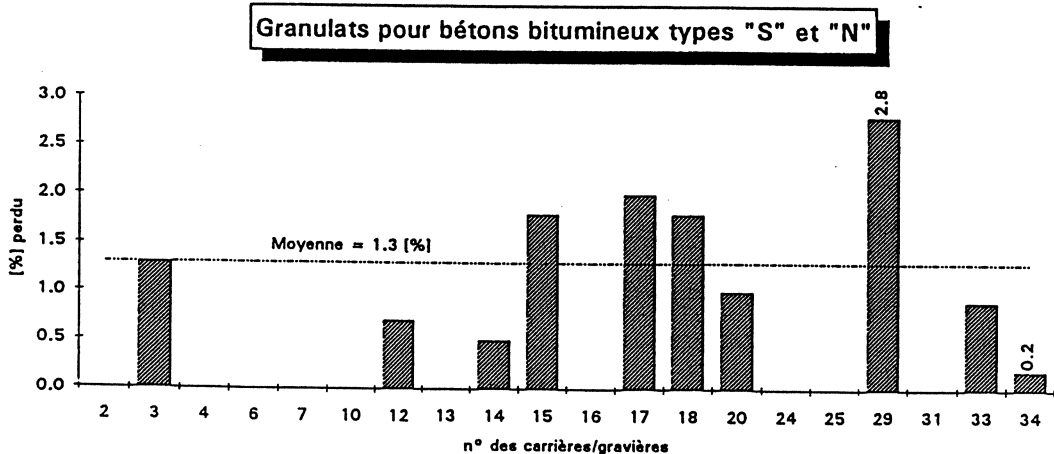
MAGNESIUM - SULFATE TEST

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Magnesium - Sulfate test > 10.0 mm, après 5 cycles	
Site n°	Qualité des granulats *	Classe granulaire	[%] perdu
2	S	11/16	
3	N	11/16	1.3
4	S	11/16	
6	S	11/16	
7	N	11/16	
10	S	11/16	
12	N	11/16	0.7
13	S	11/16	
14	S	11/16	0.5
15	S	11/16	1.8
16	S	11/16	
17	S	11/16	2.0
18	S	11/16	1.8
20	S	11/16	1.0
24	S	11/16	
25	N	11/16	
29	S	11/16	2.8
31	N	11/16	
33	N	11/16	0.9
34	S	11/16	0.2

Statistiques	Magnesium - Sulfate test > 10.0 mm après 5 cycles		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	0.2	0.2	0.7
Maximum :	2.8	2.8	1.3
Moyenne :	1.3	1.4	1.0
Ecart-type:	0.8	0.8	0.2

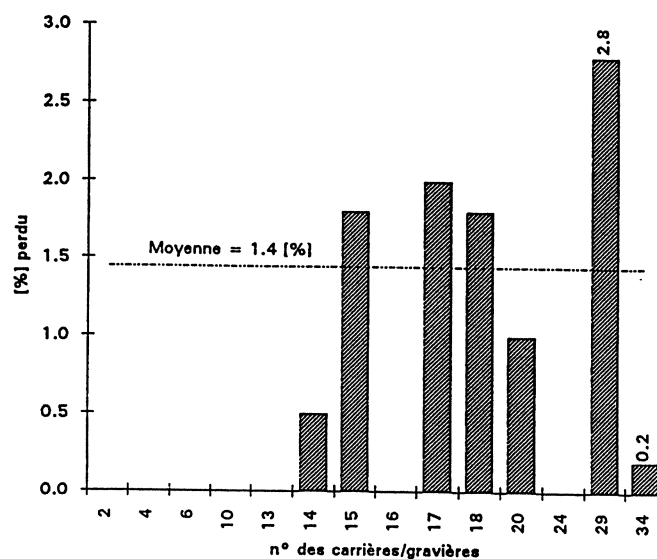
* S = Pour tous types de couches de roulement
N = Pour couche de roulement types N et L



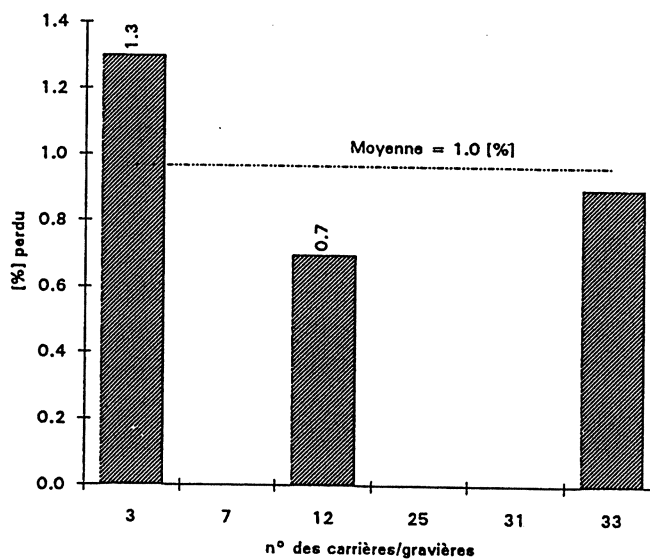
MAGNESIUM - SULFATE TEST

Graphiques par type de granulats (5 cycles, > 10.0 mm)

Granulats pour bétons bitumineux type "S"



Granulats pour bétons bitumineux type "N"



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

L'essai n'a été réalisé que sur 10 des 20 sites sélectionnés. L'interprétation des résultats est donc plus sensible.

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

	S et N	S	N
Moyenne [%]	1,3	1,4	1,0
Mg test (80) [%]	1,34	2,44	1,26 *
Mg test (98) [%]	2,9	3,0	1,4 *

avec : Mg test (80) = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

Mg test (98) = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

* Avec 3 valeurs seulement pour les granulats de qualité "N", il n'est pas possible de faire une analyse objective.

Les valeurs obtenues sur l'échantillonnage testé sont très nettement inférieures aux limites prescrites par "l'arbre de décision" proposé au § 3.1.14.

Remarque :

Les valeurs trouvées pour les granulats de qualité "S" et "N" séparés sont présentées à titre indicatif.

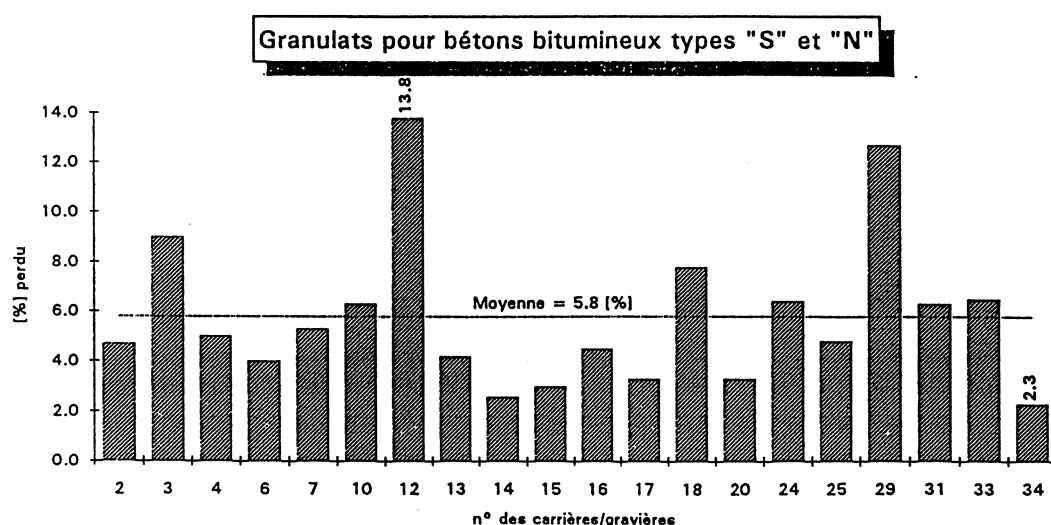
3.1.7 Natrium sulfate (essai de Quervain)

NATRIUM - SULFATE TEST

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

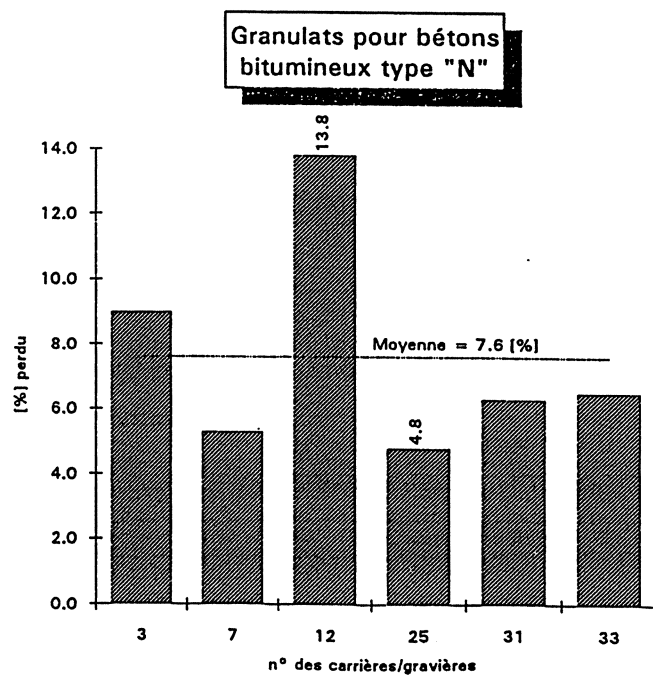
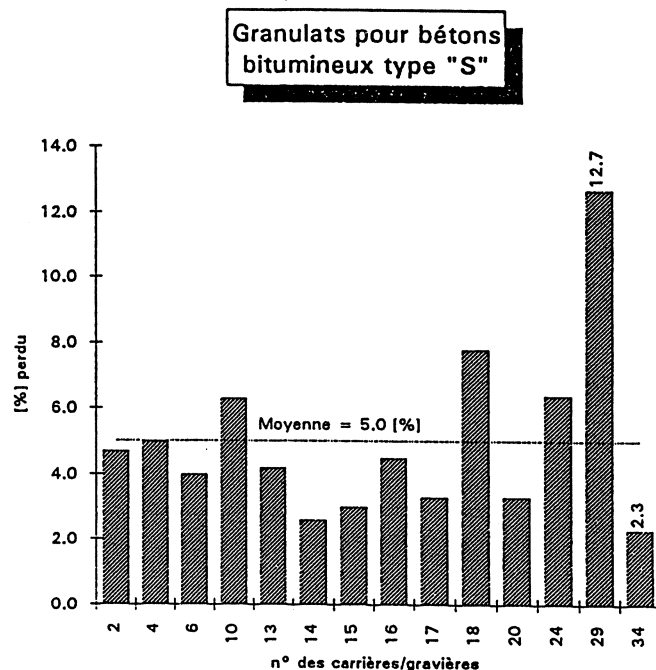
Résultats		Natrium - Sulfate test > 11.2 mm après 40 cycles	
Site n°	Type de granulats	Classe granulaire	[%] perdu
2	S	11/16	4.7
3	N	11/16	9.0
4	S	11/16	5.0
6	S	11/16	4.0
7	N	11/16	5.3
10	S	11/16	6.3
12	N	11/16	13.8
13	S	11/16	4.2
14	S	11/16	2.6
15	S	11/16	3.0
16	S	11/16	4.5
17	S	11/16	3.3
18	S	11/16	7.8
20	S	11/16	3.3
24	S	11/16	6.4
25	N	11/16	4.8
29	S	11/16	12.7
31	N	11/16	6.3
33	N	11/16	6.5
34	S	11/16	2.3

Statistiques	Natrium - Sulfate test > 11.2 mm après 40 cycles		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	2.3	2.3	4.8
Maximum :	13.8	12.7	13.8
Moyenne :	5.8	5.0	7.6
Ecart-type:	3.0	2.6	3.1



NATRIUM - SULFATE TEST

Graphiques par type de granulats (40 cycles)



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

		S et N	S	N
Moyenne	[%]	5,8	5,0	7,6
Na test (80)	[%]	9,7	8,4	11,6
Na test (98)	[%]	11,8	10,2	13,8

avec : Na test (80) = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

Na test (98) = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

L'essai de Quervain a été réalisé à titre comparatif avec l'essai Mg sulfate, à l'initiative exclusive de Geo-Bau-Labor.

On constate l'effet très pénalisant des 40 cycles de l'essai Quervain. Cependant le Natrium est un agent moins agressif envers les granulats que le Magnésium.

3.1.8. Resistance to heat

RESISTANCE TO HEAT (8/12)

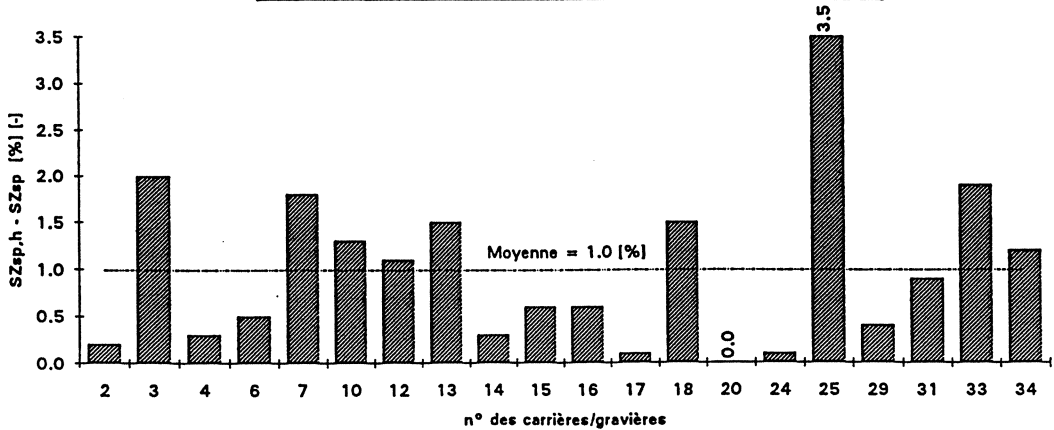
Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Resistance to heat selon DIN 52115 (Teil 3)	
Site n°	Qualité des granulats *	Classe granulaire	SZep,h - SZep [%]
2	S	8/12	0.2
3	N	8/12	2.0
4	S	8/12	0.3
6	S	8/12	0.5
7	N	8/12	1.8
10	S	8/12	1.3
12	N	8/12	1.1
13	S	8/12	1.5
14	S	8/12	0.3
15	S	8/12	0.6
16	S	8/12	0.6
17	S	8/12	0.1
18	S	8/12	1.5
20	S	8/12	0.0
24	S	8/12	0.1
25	N	8/12	3.5
29	S	8/12	0.4
31	N	8/12	0.9
33	N	8/12	1.9
34	S	8/12	1.2

Statistiques	Resistance to heat selon DIN 52115 (Teil 3)		
	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	0.0	0.0	0.9
Maximum :	3.5	1.5	3.5
Moyenne :	1.0	0.6	1.9
Écart-type:	0.9	0.5	0.8

* S = Pour couches de type S
N = Pour couches de types N et L

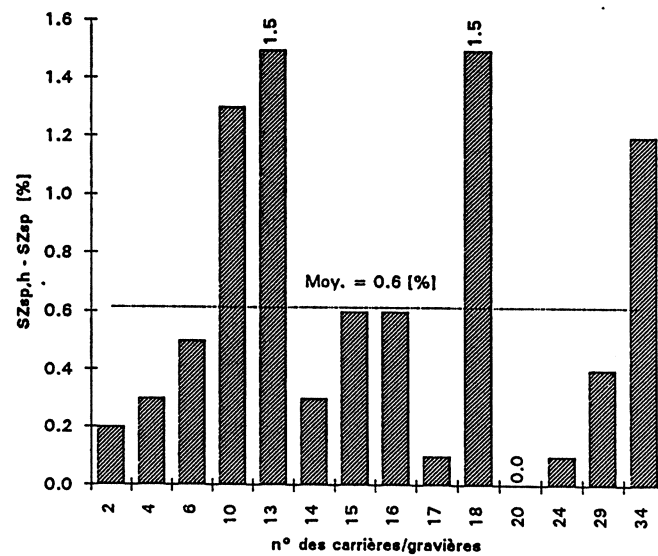
Granulats pour bétons bitumineux types "S" et "N"



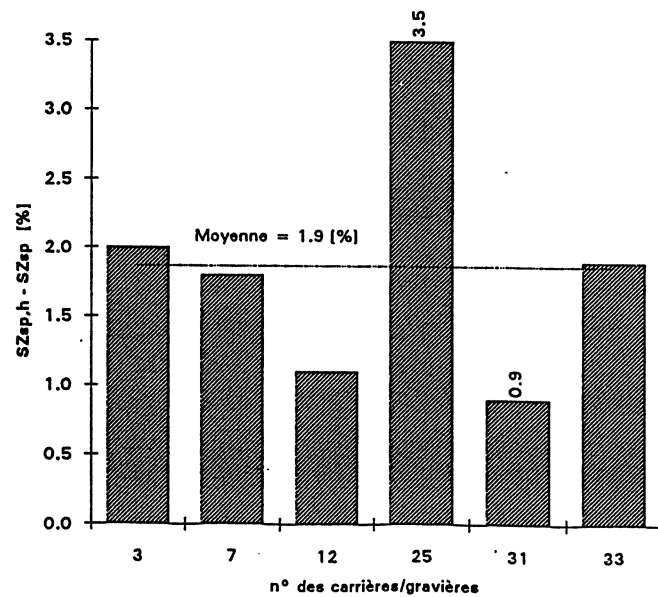
RESISTANCE TO HEAT

Graphiques par type de granulats (fraction 8/12)

Granulats pour bétons bitumineux type "S"



Granulats pour bétons bitumineux type "N"



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

	S et N	S	N
Moyenne [%]	1,0	0,6	1,9
Res. to heat test (80) [%]	2,17	1,25	2,94
Res. to heat test (98) [%]	2,8	1,6	3,5

avec : Res. to heat test (80) = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

Res. to heat test (98) = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

L'essai de résistance à la chaleur est un essai de résistance mécanique combiné à des sollicitations thermiques et les résultats obtenus sont différents selon la qualité des granulats testés. Les valeurs des granulats de qualité "S" sont 2 fois inférieures à celles des granulats de qualité "N".

Il paraît donc souhaitable d'imposer une limite différente selon la qualité des granulats.

3.1.9 Freeze and Thaw

FREEZE & THAW (6/16)

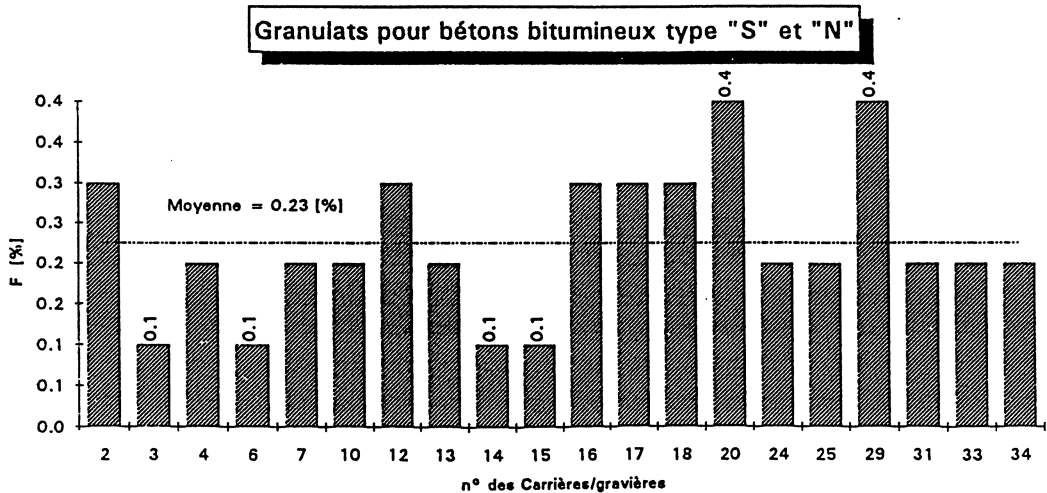
Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats		Freeze & Thaw selon TG9-141	
Site n°	Qualité granulats *	Classe granulaire	F [%]
2	S	6/16	0.3
3	N	6/16	0.1
4	S	6/16	0.2
6	S	6/16	0.1
7	N	6/16	0.2
10	S	6/16	0.2
12	N	6/16	0.3
13	S	6/16	0.2
14	S	6/16	0.1
15	S	6/16	0.1
16	S	6/16	0.3
17	S	6/16	0.3
18	S	6/16	0.3
20	S	6/16	0.4
24	S	6/16	0.2
25	N	6/16	0.2
29	S	6/16	0.4
31	N	6/16	0.2
33	N	6/16	0.2
34	S	6/16	0.2

Freeze & Thaw selon TG9-141			
Statistiques	Types "S" et "N"	Type "S"	Type "N"
Minimum :	0.1	0.1	0.1
Maximum :	0.4	0.4	0.3
Moyenne :	0.23	0.24	0.20
Ecart-type:	0.09	0.10	0.06

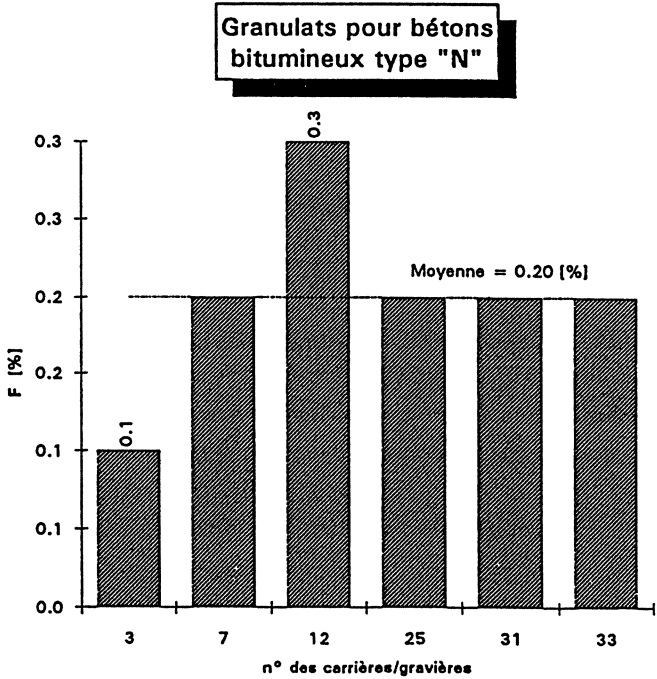
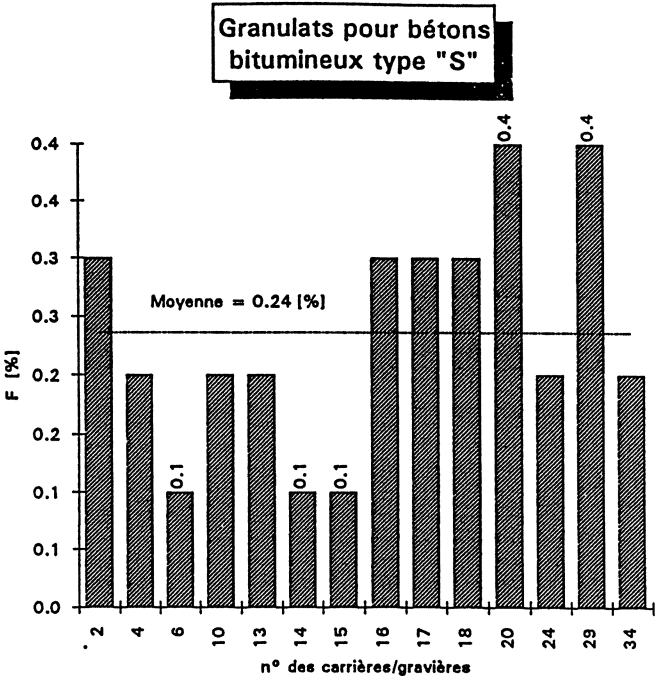
* S = Pour tous types de couches de roulement

N = Pour couches de roulement type N et L



FREEZE & THAW

Graphiques par type de granulats (fraction 6/16)



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

	S et N	S	N
Moyenne [%]	0,23	0,24	0,20
Freeze + thaw test (80) [%]	0,35	0,37	0,28
Freeze + thaw test (98) [%]	0,41	0,44	0,32

avec : Freeze + thaw test (80) = limite statistique correspondant à une conformité de 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

Freeze + thaw test (98) = limite statistique correspondant à une conformité de 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

Les valeurs obtenues sont très nettement inférieures aux limites prescrites par "l'arbre décision" présenté au § 3.1.14.

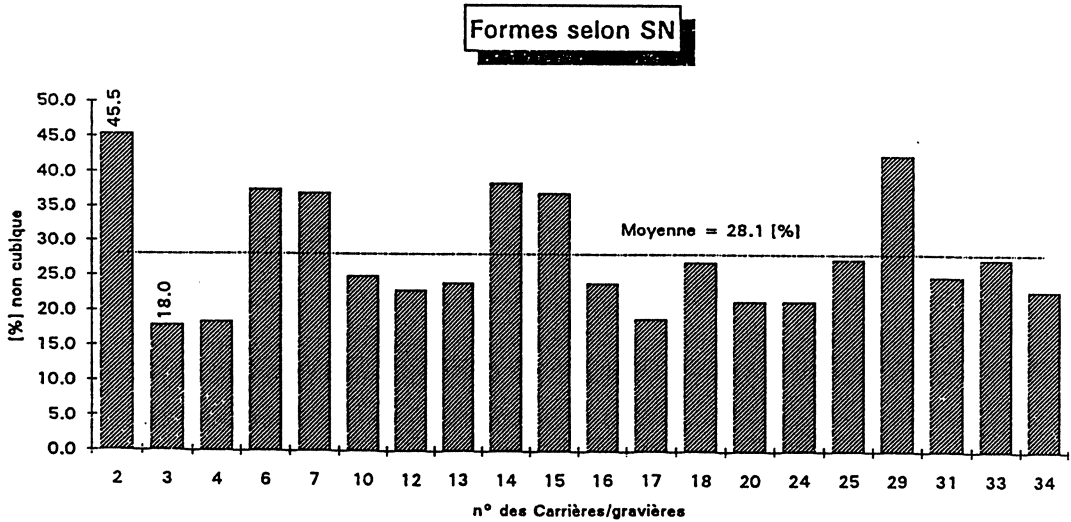
3.1.10 Formes SN

FORMES SN

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats			SN 670'710d
Site n°	Type de granulate	Classe granulaire	a/c > 2.5 [%] non cubique
2	S	11/16	45.5
3	N	11/16	18.0
4	S	11/16	18.5
6	S	11/16	37.5
7	N	11/16	37.0
10	S	11/16	25.0
12	N	11/16	23.0
13	S	11/16	24.0
14	S	11/16	38.5
15	S	11/16	37.0
16	S	11/16	24.0
17	S	11/16	19.0
18	S	11/16	27.0
20	S	11/16	21.5
24	S	11/16	21.5
25	N	11/16	27.5
29	S	11/16	42.5
31	N	11/16	25.0
33	N	11/16	27.5
34	S	11/16	23.0

Statistiques	Formes selon SN a/c > 2.5 [%] non cubique
Minimum :	18.0
Maximum :	45.5
Moyenne :	28.1
Ecart-type:	8.2



Certains échantillons prélevés ne sont pas conformes aux exigences de la norme SN 670'710d.

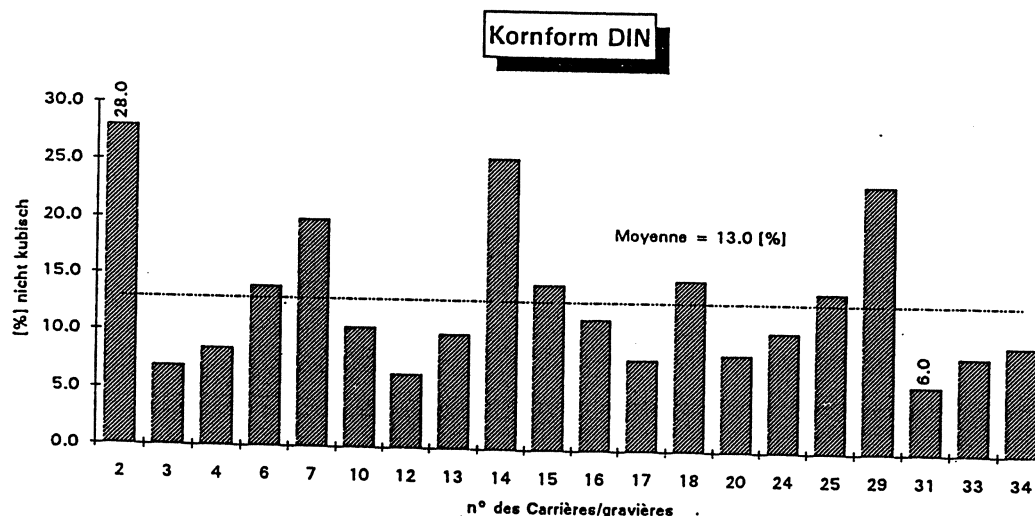
3.1.11 Kornform DIN

KORNFORM DIN

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats			DIN
Site n°	Type de granulate	Classe granulaire	a/c > 3.0 [%] nicht kubisch
2	S	11/16	28.0
3	N	11/16	7.0
4	S	11/16	8.5
6	S	11/16	14.0
7	N	11/16	20.0
10	S	11/16	10.5
12	N	11/16	6.5
13	S	11/16	10.0
14	S	11/16	25.5
15	S	11/16	14.5
16	S	11/16	11.5
17	S	11/16	8.0
18	S	11/16	15.0
20	S	11/16	8.5
24	S	11/16	10.5
25	N	11/16	14.0
29	S	11/16	23.5
31	N	11/16	6.0
33	N	11/16	8.5
34	S	11/16	9.5

Statistiques		Kornform DIN a/c > 3.0 [%] nicht kubisch
Minimum :		6.0
Maximum :		28.0
Moyenne :		13.0
Ecart-type:		6.3



Cet essai a été réalisé à titre comparatif.

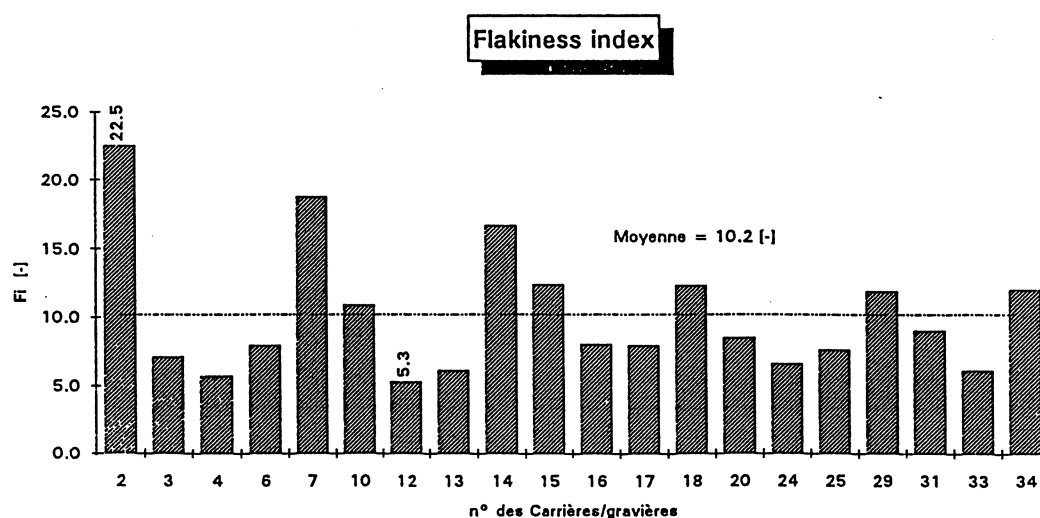
3.1.12 Flakiness Index

FLAKINESS INDEX

Tableau de synthèse statistiques et graphiques

Résultats			Flakiness index
Site n°	Type de granulats	Classe granulaire	pr EN 933-6 Fi [-]
2	S	10/16	22.5
3	N	10/16	7.1
4	S	10/16	5.7
6	S	10/16	7.9
7	N	10/16	18.8
10	S	10/16	10.9
12	N	10/16	5.3
13	S	10/16	6.1
14	S	10/16	16.7
15	S	10/16	12.4
16	S	10/16	8.0
17	S	10/16	7.9
18	S	10/16	12.3
20	S	10/16	8.5
24	S	10/16	6.6
25	N	10/16	7.6
29	S	10/16	11.9
31	N	10/16	9.0
33	N	10/16	6.1
34	S	10/16	12.0

Statistiques	Flakiness index pr EN 933-6
Minimum :	5.3
Maximum :	22.5
Moyenne :	10.2
Écart-type :	4.5



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les valeurs moyennes et les limites statistiques calculées pour une conformité de 80 et 98 % des sites figurent dans le tableau suivant :

		Flakiness Index
Moyenne	[-]	10.2
Flakiness Index (80)		16.1
Flakiness Index (98)		19.2

avec : Flakiness Index (80) = limite statistique correspondant à une conformité de et indice (80) 80 % des granulats suisses (= moyenne + 1,3 x écart-type)

Flakiness Index (98) = limite statistique correspondant à une conformité de et indice (98) 98 % des granulats suisses (= moyenne + 2 x écart-type).

Les valeurs limites actuellement en vigueur pour le Flakiness Index sont celles de la norme française P 18-101 (cf. § 3.1.14) (coefficient d'aplatissement A).

Pour de plus amples informations au sujet de l'influence de la forme des granulats sur les bétons bitumineux, on peut se référer aux mandats OFR 2/89 et 24/91.

3.1.13 Tableau récapitulatif

ESSAI		Fract. gran.	Moyenne			Limite à 80 %			Limite à 98 %		
			"T"	"S"	"N"	"T"	"S"	"N"	"T"	"S"	"N"
Los Angeles SN	[-]	6/11	15	14	19	19	16-17	21-22	21	18	23
Los Angeles SN	[-]	11/16	16	14	20	21	16-17	22-23	24	18	24
Los Angeles EN	[-]	10/14	17	15	22	22	17-18	26	25	19	28
Micro Deval	[-]	10/14	12.5	11.9	13.9	16.4	15.3	18.4	18.5	17.1	20.7
Sand Friability	[-]	0.1/2	21	19	25	25	21-22	27-28	27	23	29
Water absorption	[%]	6/11	0.82	0.83	0.78	1.02	-	-	1.12	-	-
Water absorption	[%]	11/16	0.54	0.53	0.55	0.76	-	-	0.88	-	-
Magnesium-sulfate test	[%]	11/16	1.30	1.40	1.00	2.34	2.44	1.26	2.90	3.00	1.40
Natrium-sulfate test	[%]	11/16	5.80	5.00	7.60	9.70	8.40	11.60	11.80	10.20	13.80
Resistance to heat	[%]	8/12	1.00	0.60	1.90	2.17	1.25	2.94	2.80	1.60	3.50
Freeze-Thaw	[%]	6/16	0.23	0.24	0.20	0.35	0.37	0.28	0.41	0.44	0.32
Formes SN	[% NC]	11/16	28.1	-	-	38.8	-	-	44.5	-	-
Kornform DIN	[% NC]	11/16	13	-	-	21.2	-	-	25.6	-	-
Flakiness Index	[-]	10/16	10.2	-	-	16.1	-	-	19.2	-	-

Légende:

- "T" = Tous résultats confondus
- "S" = Granulats destinés à la fabrication de couches de type S
- "N" = Granulats destinés à la fabrication des couches de types "N" et "L"
- [%NC] = % non cubiques

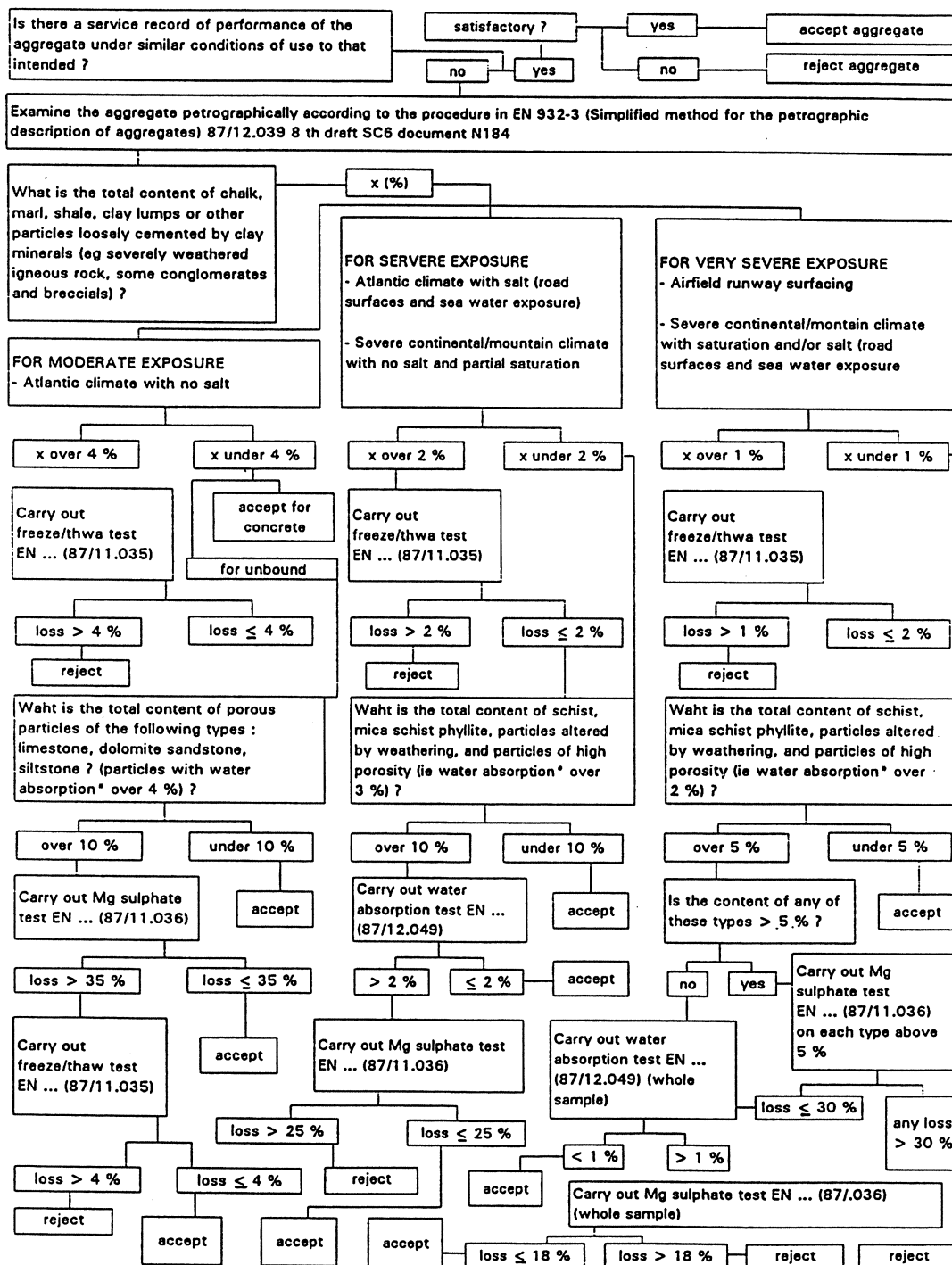
Remarque :

Les essais pour lesquels les colonnes "S" et "N" n'ont pas été remplies sont ceux où les résultats obtenus ne présentent pas de distinction spécifique entre les 2 qualités de granulats.

Les exigences relatives aux différents essais font l'objet du § 3.1.14.

3.1.14 Exigences

• Arbre de décision (projet)



* guidance ofr the petrographer : it is not the general intention that a water absorption test (EN ...) is carried out.

Effects of limits on absorption value :

Absorption value	Rocks generally excluded by limits on porosity
less than 2 %	Permian limestones/dolomites; Carboniferous sandstones
less than 4 %	Jurassic limestones/sandstones

Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

- Normalisation française (MDE, coefficient d'aplatissement A)

Catégories	$L_A + M_{DE}$	L_A	M_{DE}
A	≤ 25	≤ 20	≤ 15
B	≤ 35	≤ 25	≤ 20
C	≤ 45	≤ 30	≤ 25
D	≤ 55	≤ 35	≤ 30
E	≤ 80	≤ 45	≤ 45
F	> 80	> 45	> 45

Lorsque la catégorie F est retenue, les limites supérieures doivent obligatoirement être fixées.

Catégories	Granularité des d/D			A (1)	P
I	Conforme au paragraphe 4.2	Refus à	tamisé à $\frac{d + D}{2}$ compris entre 33 et 66 %, étendue maximale du fuseau de régularité : 10 % à d et D,	≤ 10	≤ 0,5
II		1,25 D = 0	25 % à $\frac{d + D}{2}$	≤ 15	≤ 1
III		Refus à	tamisé à $\frac{d + D}{2}$ compris entre 25 et 75 %, étendue maximale du fuseau de régularité : 14 % à d et D,	≤ 20	≤ 2
IV			1,58 D = 0	35 % à $\frac{d + D}{2}$ (3)	≤ 30

(1) Pour les gravillons dont D est inférieur à 10 mm, A est majoré de 5 points.

(2) Une valeur de 5 peut être admise si la valeur de V_{B1a} (P 18-592) est ≤ 1.

(3) Ne s'applique que si $D \geq 2,5 d$.

3.2 Deuxième partie

3.2.1 Généralités

Dans cette deuxième partie du rapport, nous avons tenté de mettre en évidence des lois d'ajustement pouvant exister entre divers essais pratiqués (forme des granulats, résistance mécanique, etc.) et révéler ainsi ceux qui pourraient faire "doublure".

Pour cela, nous avons fourni 3 groupes d'essais, soit :

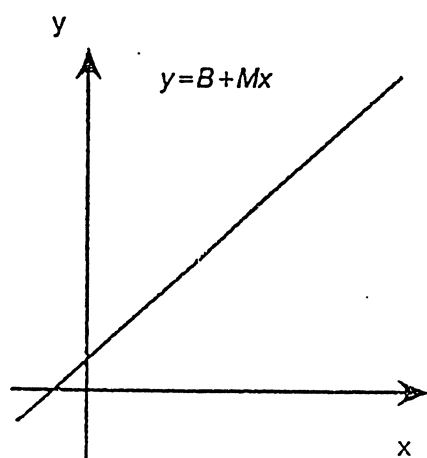
- | | | |
|--|---|---|
| - essais de forme | : | Flakiness Index (FI)
Formes selon SN
Kornform DIN |
| - résistance mécanique | : | Los Angeles (LA)
Micro Deval (MDE)
Sand Friability (FS)
Schlagversuch * (SZsp) |
| - tenue aux sollicitations thermiques
et altérabilité | : | Water absorbtion
Magnesium sulfate test
Resistance to heat
Freeze and thaw |

au sein desquels nous avons appliqué des lois de régression.

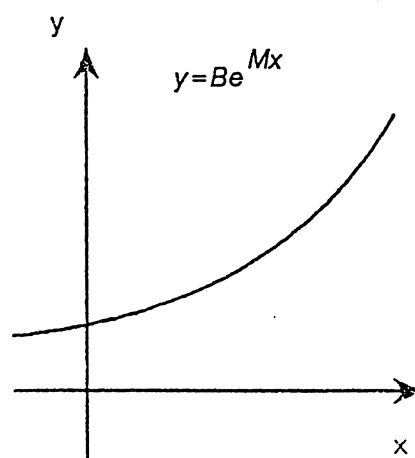
**les résultats de cet essai sont tirés de l'essai Resistance to heat, avant sollicitation thermique.*

Quatre modèles de régression ont été pris en compte :

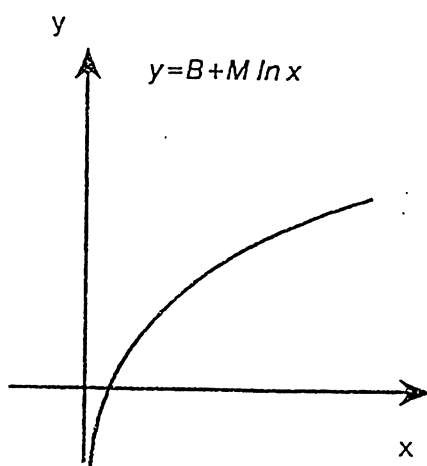
I) Régression linéaire



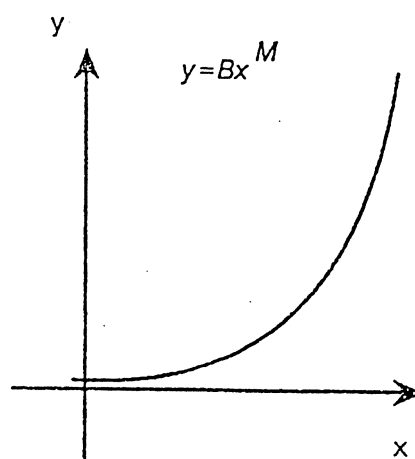
II) Régression exponentielle



III) Régression logarithmique



IV) Régression de puissance



avec : B = ordonnée à l'origine de la courbe de régression
 M = pente de la courbe de régression

La qualité de la régression est définie par un coefficient de corrélation c qui varie dans l'intervalle $[-1; 1]$. Plus la valeur absolue de c est grande, meilleure est la corrélation.

La condition estimée pour pouvoir prétendre à une corrélation suffisante est :

$$c \geq 0,80$$

Seules les régressions ayant un coefficient de corrélation c supérieure à 0,8 sont représentées graphiquement.

3.2.2 Essais de résistance mécanique

Par essais de résistance mécanique on entend les essais suivants :

- Los Angeles selon SN et EN (LA)
- Friabilité de sable (FS)
- Essai d'usure Micro Deval (MDE)
- Schlagversuch, soit l'essai de résistance à la chaleur sans chauffage des granulats (SZ_{sp})

SYNTHESE DES RESULTATS

Site n°	Micro Deval		Friabilité de sable		Los Angeles SN				LA EN		Schlagversuch	
	Fraction gran.	MDE [-]	Fraction gran.	FS [-]	Fr. gran.	LA [-]	Fr. gran.	LA [-]	Fr. gran.	LA [-]	Fr. gran.	SZsp [%]
2	10/14	12.4	0.1/2	21	6/11	13	11/16	13	10/14	14	8/12	18.2
3	10/14	11.8	0.1/2	26	6/11	20	11/16	20	10/14	21	8/12	21.4
4	10/14	18.0	0.1/2	22	6/11	12	11/16	12	10/14	13	8/12	12.6
6	10/14	12.6	0.1/2	17	6/11	14	11/16	13	10/14	14	8/12	16.5
7	10/14	15.8	0.1/2	26	6/11	20	11/16	23	10/14	25	8/12	22.3
10	10/14	16.0	0.1/2	22	6/11	17	11/16	16	10/14	17	8/12	16.8
12	10/14	12.0	0.1/2	23	6/11	19	11/16	18	10/14	22	8/12	21.2
13	10/14	11.8	0.1/2	21	6/11	15	11/16	15	10/14	17	8/12	18.7
14	10/14	9.0	0.1/2	17	6/11	13	11/16	11	10/14	13	8/12	16.3
15	10/14	10.0	0.1/2	16	6/11	19	11/16	18	10/14	19	8/12	22.4
16	10/14	11.6	0.1/2	19	6/11	16	11/16	18	10/14	20	8/12	18.8
17	10/14	12.2	0.1/2	20	6/11	14	11/16	14	10/14	16	8/12	16.8
18	10/14	9.6	0.1/2	20	6/11	13	11/16	15	10/14	17	8/12	16.9
20	10/14	11.0	0.1/2	15	6/11	10	11/16	10	10/14	12	8/12	14.8
24	10/14	11.8	0.1/2	19	6/11	12	11/16	13	10/14	13	8/12	15.3
25	10/14	17.0	0.1/2	22	6/11	22	11/16	20	10/14	24	8/12	21.6
29	10/14	13.2	0.1/2	17	6/11	12	11/16	13	10/14	15	8/12	17.2
31	10/14	18.2	0.1/2	27	6/11	19	11/16	21	10/14	23	8/12	21.2
33	10/14	8.6	0.1/2	26	6/11	16	11/16	16	10/14	16	8/12	15.3
34	10/14	7.2	0.1/2	18	6/11	13	11/16	12	10/14	14	8/12	15.2

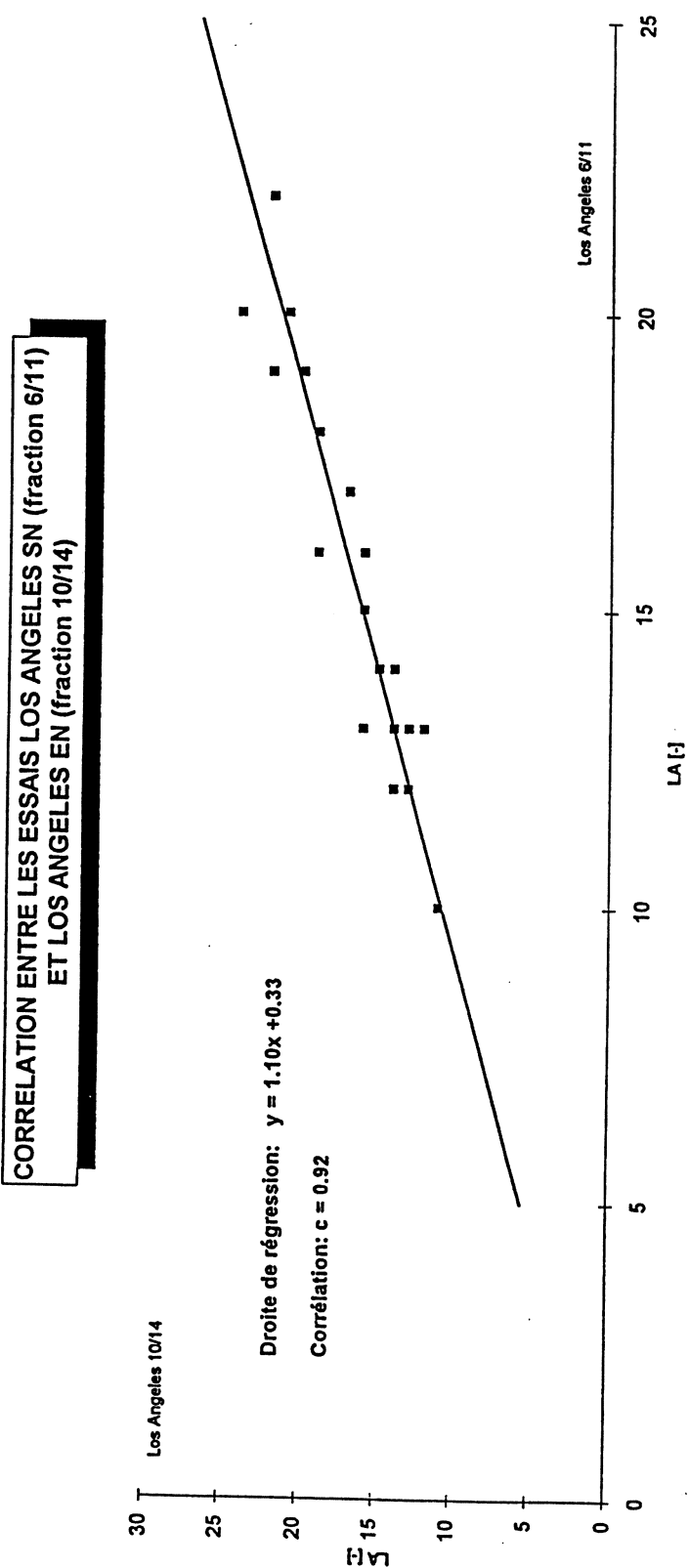
Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

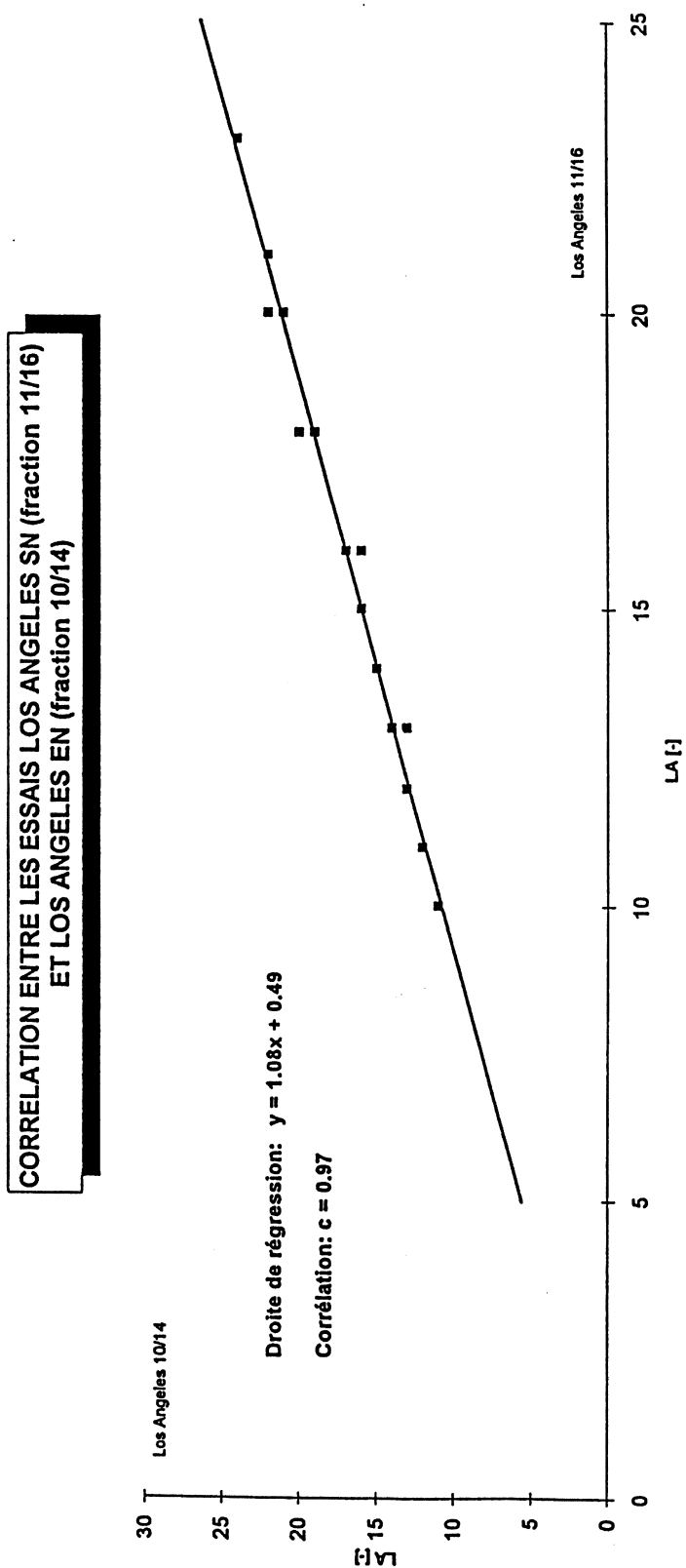
STATISTIQUES

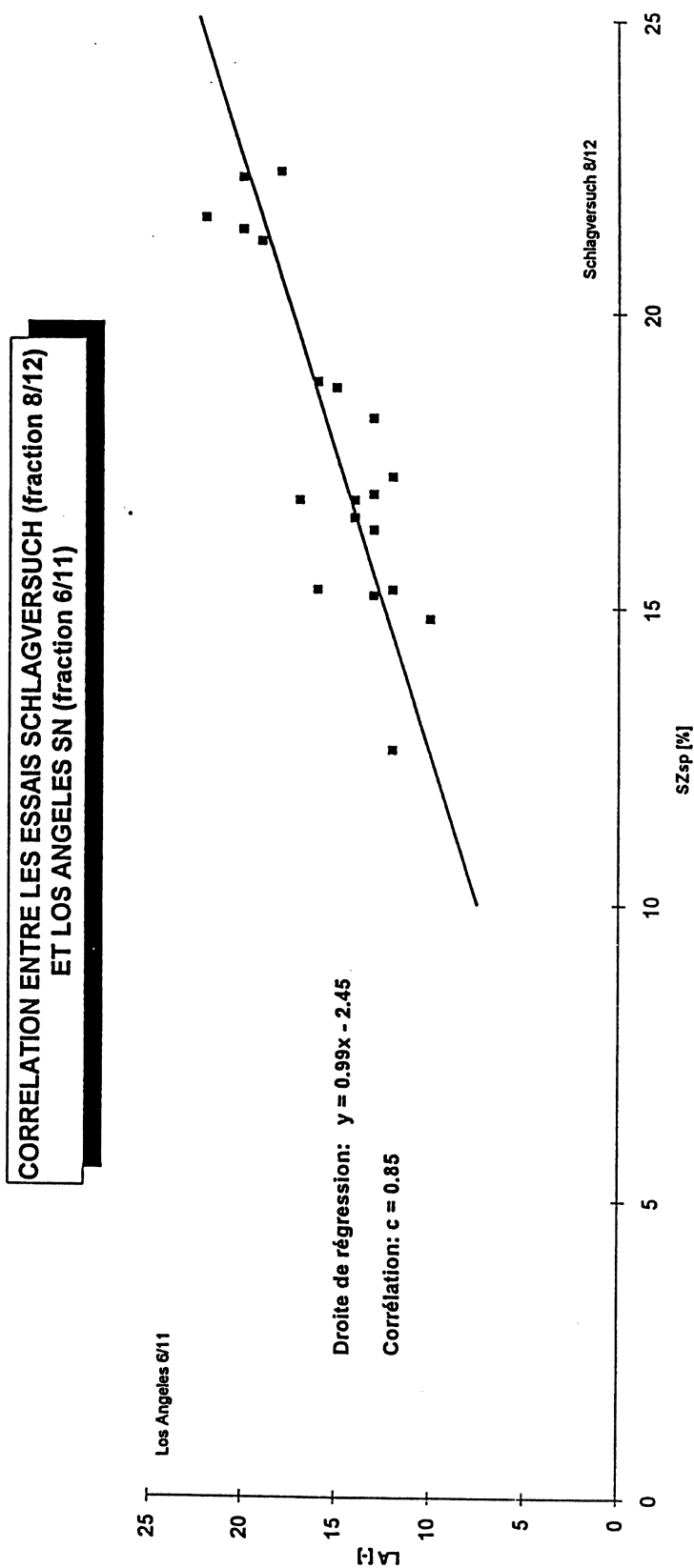
Site n°	Micro Deval		Friabilité de sable		Los Angeles SN				LA EN		Schlagversuch	
	Fract. gran.	MDE [-]	Fract. gran.	FS [-]	Fr. gran.	LA [-]	Fr. gran.	LA [-]	Fr. gran.	LA [-]	Fr. gran.	SZsp [%]
Min:	-	7.2	-	15	-	10	-	10	-	12	-	12.6
Max:	-	18.2	-	27	-	22	-	23	-	25	-	22.4
Moy:	-	12.5	-	21	-	15	-	16	-	17	-	18.0
E-type:	-	3.014	-	3.494	-	3.262	-	3.528	-	3.923	-	2.790
Var:	-	9.086	-	12.210	-	10.640	-	12.448	-	15.388	-	7.785

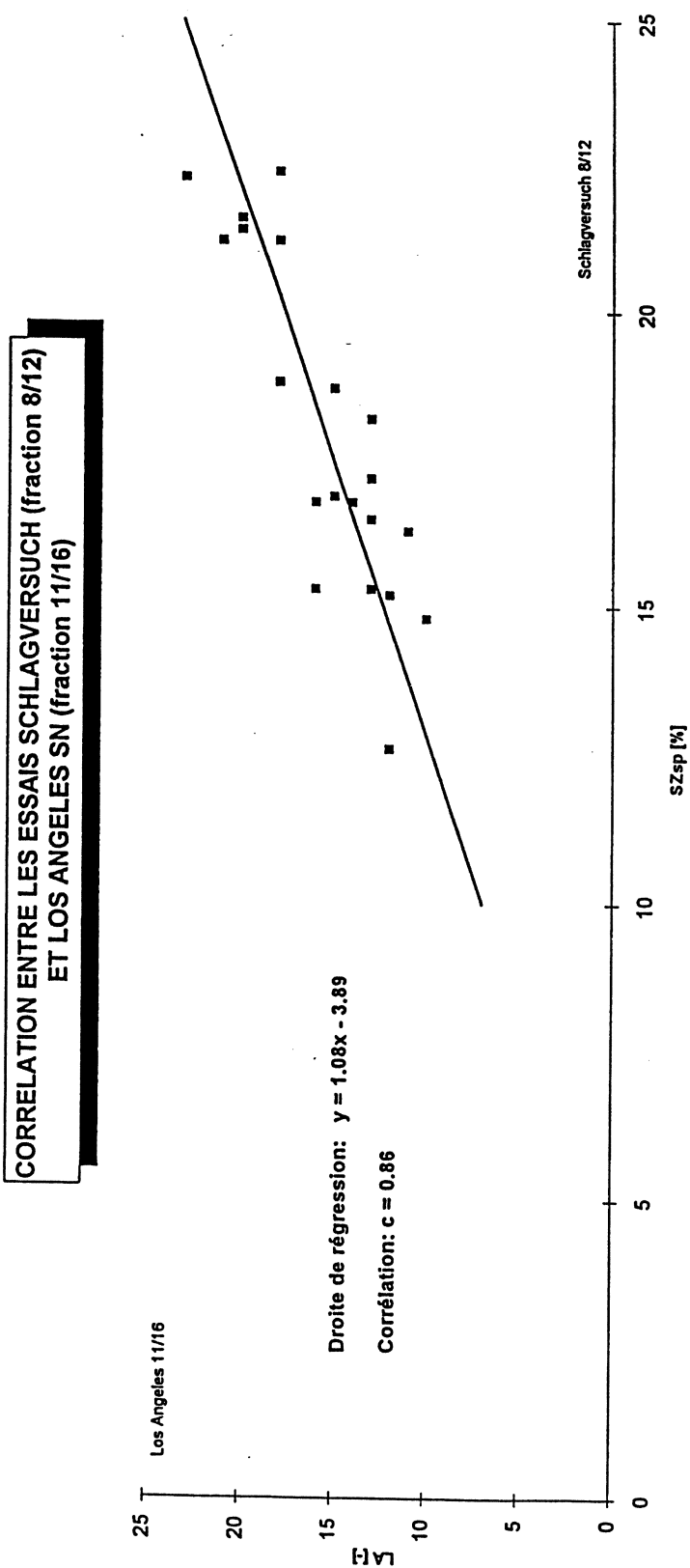
CORRELATION ET LOIS D'AJUSTEMENT

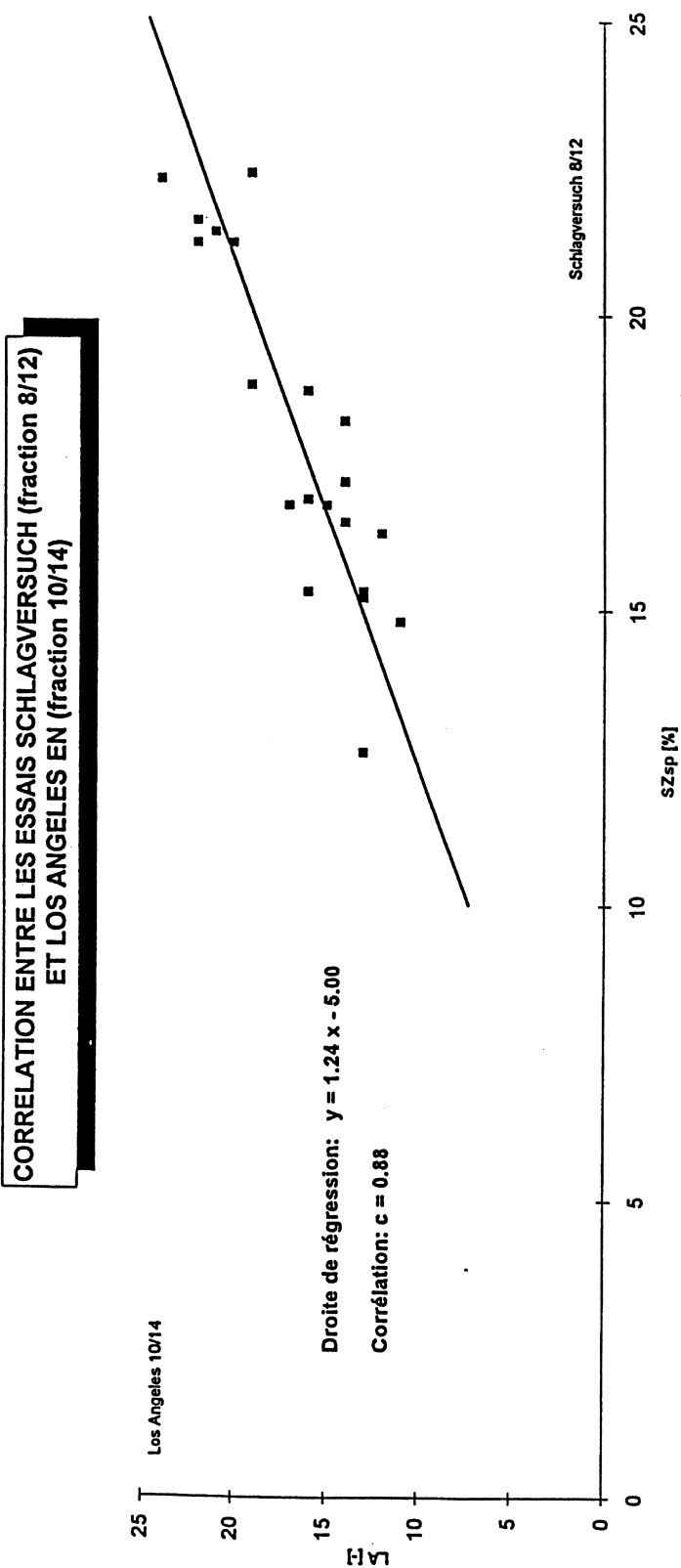
Essais corrélés	Corr.	Loi d'ajustement	Paramètres	Remarque
Micro Deval - Los Angeles 6/11	C = 0.38	pas de corrélation	-	-
Micro Deval - Los Angeles 11/16	C = 0.42	pas de corrélation	-	-
Micro Deval - LA EN 10/14	C = 0.41	pas de corrélation	-	-
Micro Deval - Fr. de sable	C = 0.45	pas de corrélation	-	-
Los Angeles SN 6/11 - EN 10/14	C = 0.92	modèle linéaire	B = 0.3323 / M = 1.0950	-
Los Angeles SN 11/16 - EN 10/14	C = 0.97	modèle linéaire	B = 0.4945 / M = 1.0775	-
Fr. de sable - LA EN 10/14	C = 0.61	pas de corrélation	-	-
Fr. de sable - Los Angeles 11/16	C = 0.65	pas de corrélation	-	-
Fr. de sable - Los Angeles 6/11	C = 0.70	pas de corrélation	-	-
Schlagversuch - Micro Deval	C = 0.24	pas de corrélation	-	-
Schlagversuch - Friabilité de sable	C = 0.39	pas de corrélation	-	-
Schlagversuch - Los Angeles SN 6/11	C = 0.85	modèle linéaire	B = -2.4483 / M = 0.9930	-
Schlagversuch - Los Angeles SN 11/16	C = 0.86	modèle linéaire	B = -3.8886 / M = 1.0814	-
Schlagversuch - Los Angeles EN 10/14	C = 0.88	modèle linéaire	B = -5.0000 / M = 1.2378	-











Nous avons obtenu une corrélation suffisante entre :

- Los Angeles SN 6/11 et Los Angeles EN 10/14 ($c = 0,92$)
- Los Angeles SN 11/16 et Los Angeles EN 10/14 ($c = 0,97$)
- Schlagversuch et Los Angeles SN 6/11 ($c = 0,85$)
- Schlagversuch et Los Angeles SN 11/16 ($c = 0,86$)
- Schlagversuch et Los Angeles EN 10/14 ($c = 0,88$)

Dans tous les cas, les meilleures lois d'ajustement sont linéaires.

Pour les autres essais (MDE et FS) aucune corrélation n'a pu être établie.

La valeur de corrélation de 0,97 établie entre les essais Los Angeles SN 11/16 et Los Angeles EN (10/14) (fractions granulométriques semblables) indique que l'ajout d'un boulet (augmentation de la charge abrasive) a pour conséquence l'élévation du coefficient LA de 2 points en moyenne.

Il convient également de relever la corrélation existant entre l'essai Los Angeles et le Schlagversuch.

L'introduction de cet essai dans les normes européennes, dont il avait été question un temps, aurait été superflue.

Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

3.2.3 Essai de tenue aux sollicitations thermiques et altérabilité

Les essais de tenue aux sollicitations thermiques et altérabilité sont les suivants :

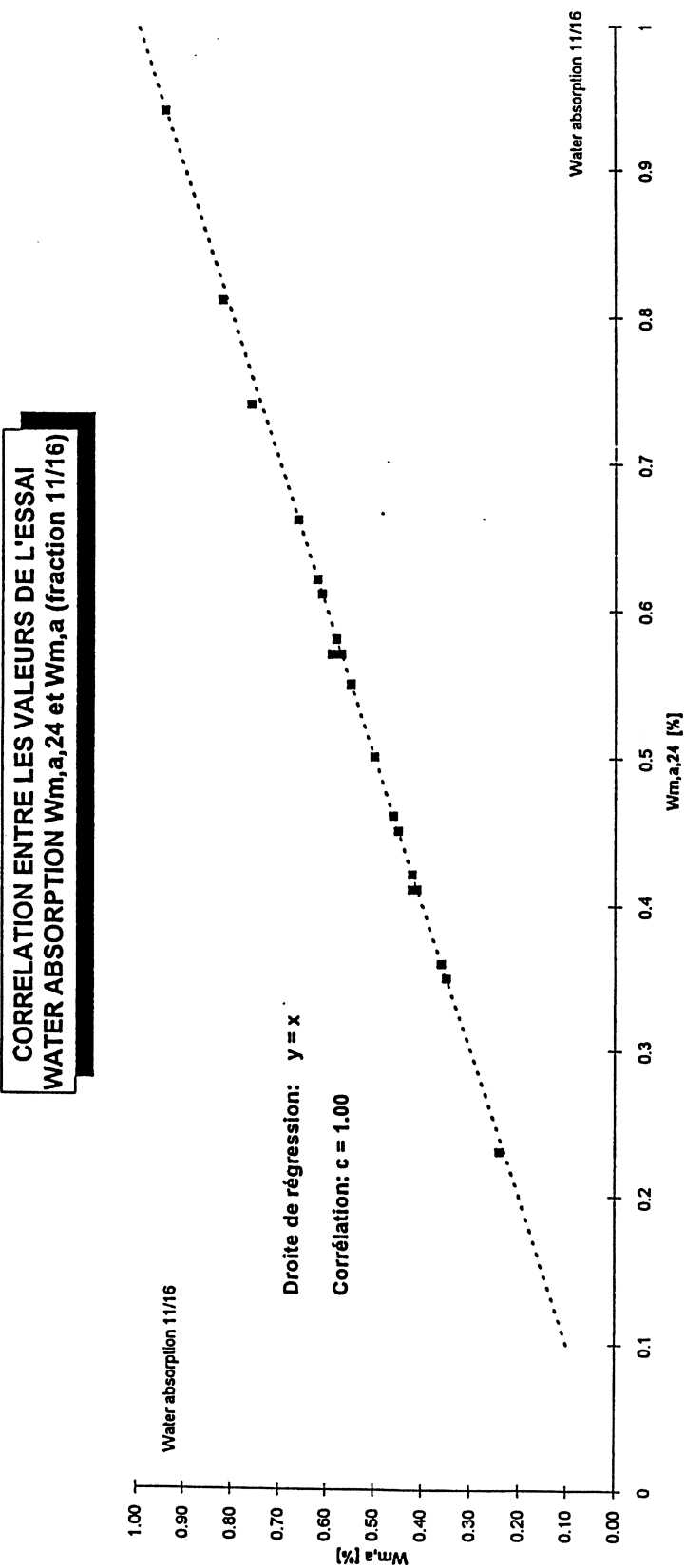
- Essai d'absorption d'eau (Water absorption) sur les fractions 6/11 et 11/16
- L'essai de Magnésium sulfate 5 cycles (> 10,0 mm)
- L'essai de résistance à la chaleur (Resistance to heat)
- L'essai gel/dégel (Freeze & Thaw)

SYNTHESE DES RESULTATS

Site n°	Water absorption				Mg sulfate test		Resistance to heat		Freeze - Thaw	
	6/11		11/16		> 10 mm EN 5 cycles		Part. test sizes	[%]	Part. test sizes	F [%]
	Wm,a,24 [%]	Wm,a [%]	Wm,a,24 [%]	Wm,a [%]						
2	0.91	0.92	0.23	0.24	11/16	-	8/12	0.2	6/16	0.3
3	0.46	0.46	0.41	0.42	11/16	1.30	8/12	2.0	6/16	0.1
4	0.92	0.92	0.55	0.55	11/16	-	8/12	0.3	6/16	0.2
6	0.90	0.95	0.57	0.59	11/16	-	8/12	0.5	6/16	0.1
7	0.92	0.92	0.58	0.58	11/16	-	8/12	1.8	6/16	0.2
10	0.54	0.54	0.42	0.42	11/16	-	8/12	1.3	6/16	0.2
12	1.00	1.04	0.94	0.94	11/16	0.70	8/12	1.1	6/16	0.3
13	0.76	0.81	0.35	0.35	11/16	-	8/12	1.5	6/16	0.2
14	0.65	0.68	0.46	0.46	11/16	0.50	8/12	0.3	6/16	0.1
15	0.81	0.81	0.62	0.62	11/16	1.80	8/12	0.6	6/16	0.1
16	0.86	0.86	0.74	0.76	11/16	-	8/12	0.6	6/16	0.3
17	0.88	0.88	0.66	0.66	11/16	2.00	8/12	0.1	6/16	0.3
18	0.79	0.79	0.61	0.61	11/16	1.80	8/12	1.5	6/16	0.3
20	0.76	0.76	0.5	0.50	11/16	1.00	8/12	0.0	6/16	0.4
24	0.71	0.71	0.41	0.41	11/16	-	8/12	0.1	6/16	0.2
25	0.77	0.77	0.36	0.36	11/16	-	8/12	3.5	6/16	0.2
29	1.13	1.13	0.81	0.82	11/16	2.80	8/12	0.4	6/16	0.4
31	0.74	0.74	0.57	0.57	11/16	-	8/12	0.9	6/16	0.2
33	0.81	0.81	0.45	0.45	11/16	0.90	8/12	1.9	6/16	0.2
34	0.89	0.89	0.42	0.42	11/16	0.20	8/12	1.2	6/16	0.2

CORRELATIONS ET LOIS D'AJUSTEMENT

Essais corrélés	Corrélation	Loi d'ajustement	Param.	Remarque
Water absorption 11/16 - 6/11	C = 0.55	pas de loi d'ajustement	-	-
Water absorption Wm,a,24 - Wm,a (11/16)	C = 1.00	$y = B + M \cdot x$	B = 0.00 M = 1.00	-
Water abs 11/16 - Mg-Sulfat 5c. >10	C = 0.46	pas de loi d'ajustement	-	-
Water abs 6/11 - Mg-Sulfat 5c. >10	C = 0.31	pas de loi d'ajustement	-	-
Water abs 6/11 - Resist. to Heat	C = - 0.27	pas de loi d'ajustement	-	-
Water abs 6/11 - Freeze & Thaw 6/16	C = 0.48	pas de loi d'ajustement	-	-
Water abs 11/16 - Resist. to Heat	C = - 0.24	pas de loi d'ajustement	-	-
Water abs 11/16 - Freeze & Thaw 11/16	C = 0.37	pas de loi d'ajustement	-	-
Mg-Sulfat 5c. >10 - Resist. to Heat	C = - 0.24	pas de loi d'ajustement	-	-
Mg-Sulfat 5c. >10 - Freeze & Thaw 6/16	C = 0.39	pas de loi d'ajustement	-	-
Resist. to Heat - Freeze & Thaw 6/16	C = - 0.27	pas de loi d'ajustement	-	-



COMMENTAIRES

Pour l'essai d'absorption d'eau (Water absorption) la valeur à 24 h peut être considérée comme déterminante et cela quelle que soit la fraction étudiée. En effet, les valeurs $W_{m,a}^{24}$ et $W_{m,a}$ sont identiques. Par contre, aucune corrélation satisfaisante n'existe entre les différentes fractions étudiées (6/11 et 11/16).

Pour les autres essais de tenues aux sollicitations thermiques et altérabilité, les résultats obtenus ne permettent pas de trouver des corrélations satisfaisantes.

3.2.4 Essais de forme

Les essais réalisés sur la forme des granulats sont :

- Formes selon SN
- Kornform selon DIN
- Flakiness Index

Il faut noter que la seule différence entre les essais de formes selon SN et Kornform selon DIN est le rapport entre la plus grande et la plus petite dimension du grain.

Selon SN	:	a/c	$\geq$	2,5	$\rightarrow$	grain non cubique
Selon DIN	:	a/c	$\geq$	3,0	$\rightarrow$	grain non cubique

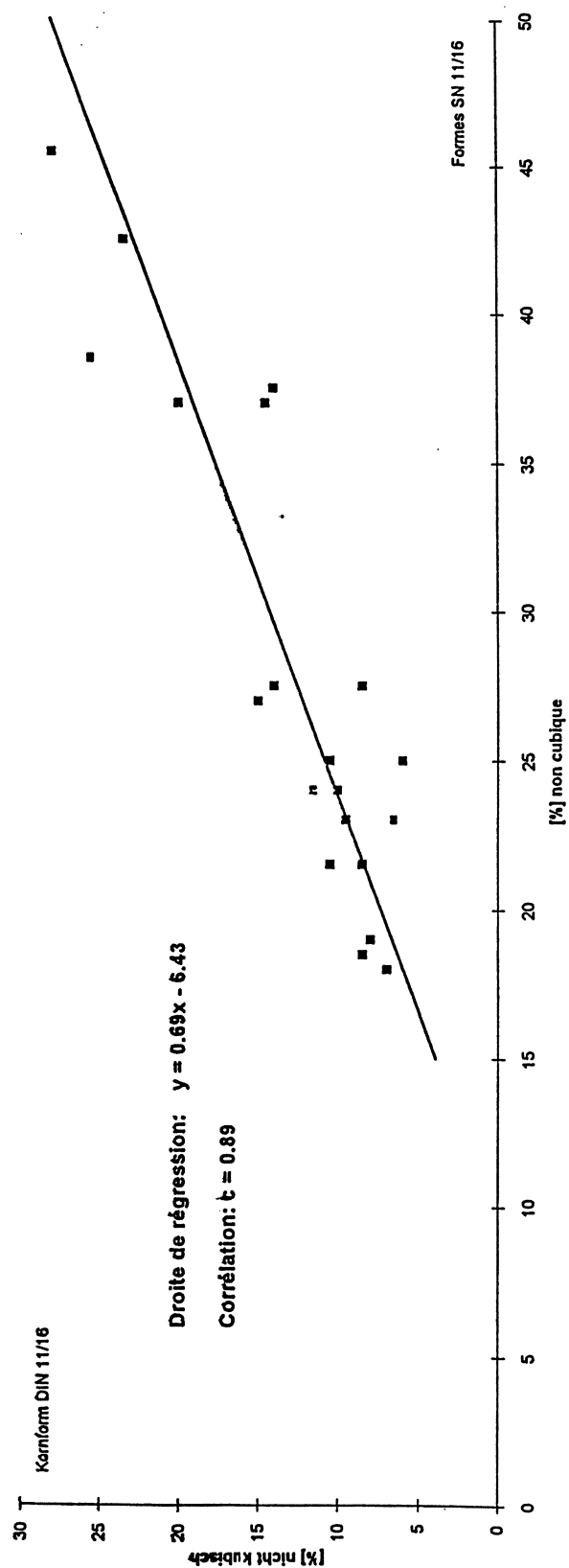
SYNTHESE DES RESULTATS

Site n°	Flakiness Index		Forme SN (a/c > 2.5)		Kornform DIN (a/c > 3.0)	
	Part. test sizes	Fi [%]	Part. test sizes	non cubique [%]	Part. test sizes	non cubique [%]
2	10/16	22.5	11/16	45.5	11/16	28.0
3	10/16	7.1	11/16	18.0	11/16	7.0
4	10/16	5.7	11/16	18.5	11/16	8.5
6	10/16	7.9	11/16	37.5	11/16	14.0
7	10/16	18.8	11/16	37.0	11/16	20.0
10	10/16	10.9	11/16	25.0	11/16	10.5
12	10/16	5.3	11/16	23.0	11/16	6.5
13	10/16	6.1	11/16	24.0	11/16	10.0
14	10/16	16.7	11/16	38.5	11/16	25.5
15	10/16	12.4	11/16	37.0	11/16	14.5
16	10/16	8.0	11/16	24.0	11/16	11.5
17	10/16	7.9	11/16	19.0	11/16	8.0
18	10/16	12.3	11/16	27.0	11/16	15.0
20	10/16	8.5	11/16	21.5	11/16	8.5
24	10/16	6.6	11/16	21.5	11/16	10.5
25	10/16	7.6	11/16	27.5	11/16	14.0
29	10/16	11.9	11/16	42.5	11/16	23.5
31	10/16	9.0	11/16	25.0	11/16	6.0
33	10/16	6.1	11/16	27.5	11/16	8.5
34	10/16	12.0	11/16	23.0	11/16	9.5

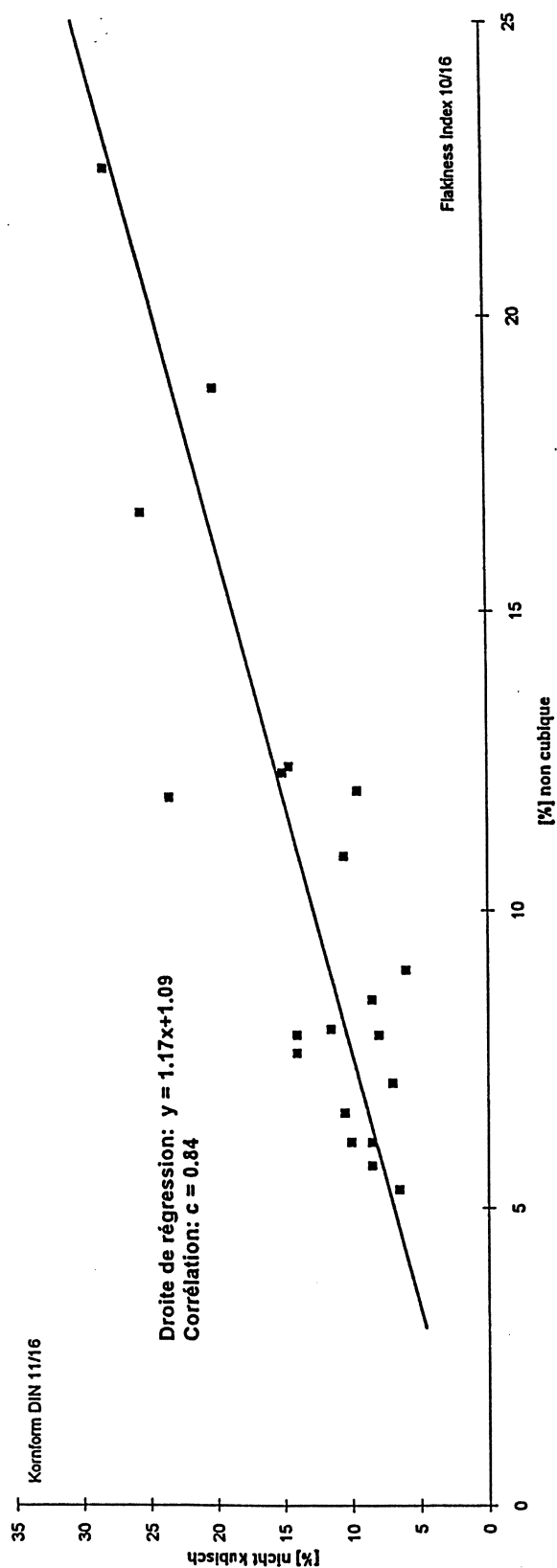
CORRELATIONS ET LOIS D'AJUSTEMENT

Essais corrélés	Corrélation	Loi d'ajust.	Paramètres	Remarque
Forme SN - Flakiness Index	C = 0.75	-	-	-
Kornform DIN - Flakiness Index	C = 0.84	$y = B + M * x$	B = 2.3639 M = 0.6012	-
Forme SN - Kornform DIN	C = 0.89	$y = B + M * x$	B = -6.4263 M = 0.6898	-

**CORRELATION ENTRE LES ESSAIS FORMES SN (fraction 11/16)
ET KORNFORM DIN (fraction 11/16)**



**CORRELATION ENTRE LES ESSAIS FLAKINESS INDEX (fraction 10/16)
ET KORNFORM DIN (fraction 11/16)**



Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

Les résultats obtenus ne permettent pas d'affirmer qu'il existe un lien satisfaisant entre l'essai des formes selon SN et l'essai européen Flakiness Index ($c = 0,75$).

La seule corrélation obtenue est celle entre les formes selon DIN (Kornform) et Flakiness Index.

3.3 Petrography

Les résultats présentés ci-dessous sont établis selon la norme CEN N 137 E dont les critères sont les suivants :

A.1 : ROCHES MAGMATIQUES

A.1.1.: Roches ignées plutoniennes (granites, syénite, granodiorite, diorite, gabbro)

A.1.2.: Roches ignées hypabyssales (dolérite, diabase)

A.1.3.: Roches ignées effusives (rhyolite, trachyte, andésite, dacite, basalte)

A.2 : ROCHES SEDIMENTAIRES

A.2.1 : Roches détritiques (grès, conglomérat, brèche, arkose, grauwacke, quartzite)

A.2.2 : Roches d'origine chimique et biogène (calcaire, craie, dolomite, chert)

A.3 : ROCHES METAMORPHIQUES

Amphibolite

Gneiss

La fraction étudiée est la fraction 11/16 mm pour tous les sites.

Nous précisons que l'examen pétrographique tel que le prévoient les normes européennes a un caractère informatif.

Réalisation d'essais en voie de normalisation européenne sur un échantillonnage de granulats suisses utilisés pour la fabrication de revêtements routiers

n° sites	Nomenclature	Matériaux bruts Roches / alluvions	A.1			A.2		A.3
			A.1.1	A.1.2	A.1.3	A.2.1	A.2.2	
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
2	calcaire	Lias	-	-	-	0.9	99.1	-
3	calcaire	Trias	-	-	-	0.7	99.3	-
4	de grès	Flysh tertiaire	-	-	-	98.8	1.2	-
6	quartz	carbon permo	-	-	-	98.8	1.2	-
7	hétérogène	Alluvions Rhône	11.1	0.2	-	27.9	41.7	19.1
10	calcaire	malm	-	-	-	6.9	92.4	0.7
12	calcaire	malm	-	-	-	-	100.0	-
13	hétérogène	Alluvions Aare	1.0	0.9	1.4	66.2	29.3	1.2
14	calcaire	Craie	-	-	-	4.3	95.7	-
15	hétérogène	Alluvions Aare	5.5	0.5	2.0	45.8	44.7	1.5
16	hétérogène	Alluvions Aare	3.6	1.9	0.5	55.9	37.9	0.2
17	hétérogène	Alluvions Aare - Reuss	4.0	0.9	1.0	37.0	55.7	1.4
18	hétérogène	Alluvions Rhin	3.6	0.3	1.3	39.4	52.7	2.7
20	calcaire	Craie	-	-	-	0.8	99.2	-
24	grès	Flysh tertiaire	-	-	-	100.0	-	-
25	selicat de calcaire/ marbre	zone racine Simano	4.6	-	-	16.2	27.6	51.6
29	grès	Craie	-	-	-	80.9	19.1	
31	hétérogène	Alluvions Rhin	2.3	1.4	2.2	22.6	65.2	6.3
33	hétérogène	Alluvions Bernina	96.3	3.1	-	-	-	0.6
34	amphibole	Amphibole et Alluvions Inn	-	-	0.5	1.4	13.7	84.4

3.4 Dureté

La teneur en matériaux durs, mi-durs et tendres a été déterminée selon la norme SN 670'710d sur la fraction 11/16 mm pour tous les sites.

Les résultats obtenus sont les suivants :

n° sites	DURETE		
	Durs [% masse]	Mi-durs [% masse]	Tendres [% masse]
2	0	96.9	3.1
3	0	99.3	0.7
4	92.6	1.7	5.7
6	93.5	3.2	3.3
7	58.4	29.9	11.7
10	6.2	92.6	1.2
12	0	84	16
13	70.8	27.6	1.6
14	95.7	4.3	0
15	50.3	43.8	5.9
16	56.7	37.4	5.9
17	38.3	57.3	4.4
18	46.7	50.6	2.7
20	67.7	31.7	0.6
24	75.3	21.5	3.2
25	64.9	32.1	3
29	75	19.3	5.7
31	24.6	72.2	3.2
33	99.4	0	0.6
34	84.2	13.7	2.1

4. COMMENTAIRES FINAUX

4.1 Première partie

Les limites figurant dans le tableau ci-dessous assurent, selon la loi normale de Gauss, une conformité à 80 % et 98 % des sites suisses producteurs de granulats utilisés pour la fabrication de revêtements routiers..

		Fract. gran.	Limite à 80 %			Limite à 98 %		
			"T"	"S"	"N"	"T"	"S"	"N"
Los Angeles (LA)	[-]	10/14	22	17-18	23-24	25	19	25
Micro Deval (MDE)	[-]	10/14	16.4	15.3	18.4	18.5	17.1	20.7
Sand Friability (FS)	[-]	0.1/2	25	22	28	27	23	29
Water absorption	[%]	6/11	1.02	-	-	1.12	-	-
Water absorption	[%]	11/16	0.76	-	-	0.88	-	-
Magnesium-sulfate test (Mg test)	[%]	11/16	2.34	2.44	1.26	2.90	3.00	1.40
Resistance to heat	[%]	8/12	2.17	1.25	2.94	2.80	1.60	3.50
Freeze-Thaw	[%]	6/16	0.35	0.37	0.28	0.41	0.44	0.32
Flakiness Index (FI)	[-]	10/16	16.1	-	-	19.2	-	-

Légende:

"T" = Tous résultats confondus

"S" = Granulats destinés à la fabrication des couches de type "S"

"N" = Granulats destinés à la fabrication des couches de types "N" et "L"

Les granulats sélectionnés et produits actuellement en Suisse étant supposés conformes aux exigences du pays et n'ayant, à notre connaissance, guère occasionné de problèmes particuliers sur le réseau routier, nous proposons que les futures normes européennes ne soient pas plus restrictives que les normes suisses actuellement en vigueur. C'est pourquoi, nous souhaitons que les limites qui seront adoptées correspondent aux limites statistiques de 98 %.

Les limites à 80 % sont indiquées dans le but de servir de base comparative pour juger de l'incidence d'une variation de limite sur le taux de conformité.

L'adoption des valeurs plus restrictives aurait pour conséquence une augmentation des coûts de la construction sans réelle augmentation de la qualité de service de nos voies de communication.

4.2 Deuxième partie

Les corrélations satisfaisantes obtenues entre essais (coefficient de corrélation $> 0,8$) sont les suivantes :

<u>Essais :</u>	<u>Coefficient de corrélation :</u>
Los Angeles SN 6/11 - EN 10/14	0,94
Los Angeles SN 11/16 - EN 10/14	0,99
Kornform DIN 11/16 - Flakiness Index 10/16	0,84

On constate qu'il n'existe aucune corrélation entre les différents essais réalisés supposés figurer dans les futures normes européennes.

Ils peuvent donc tous être retenus, sans risque de faire double emploi, donnant chacun une information différente sur les caractéristiques des granulats.

Parmi les essais réalisés selon les normes SN, soit Los Angeles et forme, seul le Los Angeles donne des résultats en rapport avec un essai prévu par les futures normes européennes qui est le Los Angeles réalisé avec 11 boulets au lieu de 10.

4. SCHLUSSBERICHT

4.1 Erster Teil

Die in der untenstehenden Tabelle aufgezeichneten Grenzwerte zeigen, nach "Gauss"-Normengesetz, eine Übereinstimmung von 80 und 98 % der schweizerischen Produktionsstätten von Belags-Zuschlagstoffen.

		Frakt.	Grenze bei 80 %			Grenze bei 98 %		
			"T"	"S"	"N"	"T"	"S"	"N"
Los Angeles (LA)	[-]	10/14	22	17-18	23-24	25	19	25
Micro Deval (MDE)	[-]	10/14	16.4	15.3	18.4	18.5	17.1	20.7
Sand Friability (FS)	[-]	0.1/2	25	22	28	27	23	29
Water absorption	[%]	6/11	1.02	-	-	1.12	-	-
Water absorption	[%]	11/16	0.76	-	-	0.88	-	-
Magnesium-sulfate test (Mg test)	[%]	11/16	2.34	2.44	1.26	2.90	3.00	1.40
Resistance to heat	[%]	8/12	2.17	1.25	2.94	2.80	1.60	3.50
Freeze-Thaw	[%]	6/16	0.35	0.37	0.28	0.41	0.44	0.32
Flakiness Index (FI)	[-]	10/16	16.1	-	-	19.2	-	-

Legende :

"T" = Gesamtheit der Resultate

"S" = Zuschlagstoffe für Mischgut vom Typ "S"

"N" = Zuschlagstoffe für Mischgut vom Typ "N" und "L"

Da die ausgewählten Zuschlagstoffe, die gegenwärtig in der Schweiz produziert werden, den Landsnormen entsprechen und, zu unserer Kenntnis, kaum besondere Probleme im Strassenbau hervorgerufen haben, schlagen wir vor, die europäischen Normen nicht strenger zu gestalten als die momentan gültigen schweizerischen. Aus diesem Grund wünschen wir, dass die künftigen angewendeten Grenzwerte den statistischen Werten von 98 % entsprechen werden.

Die Grenzen von 80 % wurden als Vergleichsbasis angegeben um bei einer Änderung der Grenzwerte den Einfluss auf den Übereinstimmungsgrad zu beurteilen.

Die Anwendung der zu restriktiven Werte hätte eine Erhöhung der Baukosten zur Folge, ohne die Dienstqualität unserer Strassen zu verbessern.

4.2 Zweiter Teil

Die zufriedenstellenden Übereinstimmungen zwischen den Versuchen (Übereinstimmungskoeffizient > 0.8) lauten :

<u>Versuche :</u>	<u>Übereinstimmungskoeffizient :</u>
Los Angeles SN 6/11 - EN 10/14	0,94
Los Angeles SN 11/16 - EN 10/14	0,99
Kornform DIN 11/16 - Flakiness Index 10/16	0,84

Es kann festgestellt werden, dass keine Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Versuchen, die in den künftigen europäischen Normen vorgesehen sind, besteht.

So können alle Versuche beibehalten werden, ohne Risiko einer Doppelanwendung. Jeder Versuch kann eine andere Information über die Charakteristiken der Zuschlagstoffe geben.

Unter den Versuchen gemäss SN Normen (Los Angeles und Formen) wurden nur vom Versuch Los Angeles Resultate erzielt, im Zusammenhang mit einem Versuch vorgesehen für die künftigen europäischen Normen, d.h. Los Angeles durchgeführt mit 11 Kugeln statt mit 10.

4. FINAL COMMENTS

4.1 Part one

The limiting values exhibited in the table hereunder, as prescribed by Gauss' normal law, insure a conformity level of 80 % to 98 % of the Swiss sites producing of aggregates used for the production of road surfacing.

		Gran.	Limits at 80 %			Limits at 98 %		
			"T"	"S"	"N"	"T"	"S"	"N"
Los Angeles (LA)	[-]	10/14	22	17-18	23-24	25	19	25
Micro Deval (MDE)	[-]	10/14	16.4	15.3	18.4	18.5	17.1	20.7
Sand Friability (FS)	[-]	0.1/2	25	22	28	27	23	29
Water absorption	[%]	6/11	1.02	-	-	1.12	-	-
Water absorption	[%]	11/16	0.76	-	-	0.88	-	-
Magnesium-sulfate test (Mg test)	[%]	11/16	2.34	2.44	1.26	2.90	3.00	1.40
Resistance to heat	[%]	8/12	2.17	1.25	2.94	2.80	1.60	3.50
Freeze-Thaw	[%]	6/16	0.35	0.37	0.28	0.41	0.44	0.32
Flakiness Index (FI)	[-]	10/16	16.1	-	-	19.2	-	-

Legend : "T" Global results
 "S" Aggregates destined to the production of type "S" layers
 "N" Aggregates destined to the production of type "N" and "L" layers

The aggregates selected and produced currently in Switzerland, assumed consistent with the Swiss requirements and having, to our knowledge, almost never caused specific problems on the roadway network, we suggest that the future European standards be no more restrictive than the Swiss norms currently in effect. Therefore, we wish that the limits which will be adopted correspond to the statistical limits at 98 %.

The limits at 80 % are indicated in order to have a basis of comparison to evaluate the correlation of the limiting values versus the rate of conformity.

The adoption more restrictive values would imply the increase of construction cost without a real increase of our roadway network's quality level.

4.2 Part two

The satisfactory correlation obtained between trials (correlation coefficient > 0.8) are as follows :

<u>Trials :</u>	<u>Correlation coefficient :</u>
Los Angeles SN 6/11 .vs. EN 10/14	0.94
Los Angeles SN 11/16 .vs. EN 10/14	0.99
Kornform DIN 11/16 .vs. Flakiness Index 10/16	0.84

One realizes that there is no correlation between the various trials performed which should be part of the future European standards.

They may thus be retained, as they each provide specific and unique pieces of information on the characteristics of the aggregates.

Among the trials performed along the guidelines of the Swiss norms SN (i.e. Los Angeles and Form), only the Los Angeles trial gives results close to those of the trials foreseen in the European standards, i.e. the Los Angeles trial performed with 11 balls instead of 10.

ANNEXES

ANNEXE I

I LISTING DES MODES OPERATOIRES

Essai :

- Los Angeles SN 6/11 et 11/16
- Los Angeles EN 10/14
- Essai d'usure micro Deval
- Friabilité de sable
- Water absorption 6/11 et 11/16
- Magnesium sulfate test
- Natrium sulfate test
- Resistance to heat (Schlagversuch)
- Freeze and Thaw
- Forme SN et DIN
- Flakiness Index
- Pétrographie
- Dureté

Mode opératoire :

SN 670 835b
TG/07/A5
NF - P 18-572
NF - P 18-576
DIN 52 103
N 323 E
Unterbau und Schotter R 211.1
DIN 52 115 (Teil 3)
TG 9.141
SN 670 710d (§ 7 et 16)
prEN 933-6
N 137 E
SN 670 710d (§ 5, tableau 2)

ANNEXE II



Mineralische Baustoffe Los-Angeles-Versuch

A. Allgemeines

1. Anwendungsbereich

Diese Norm ist anwendbar auf Splitt- und Schotterkörnungen, die zur Herstellung von Asphaltbeton und Oberflächenbehandlungen verwendet werden.

2. Gegenstand

Diese Norm enthält die Vorschriften für die Versuchsausrüstung und das Durchführen des Los-Angeles-Versuchs in Anlehnung an die ASTM-Vorschriften [1], [2].

3. Zweck

Der Los-Angeles-Versuch dient der Beurteilung der Widerstandsfähigkeit von Splitt- und Schotterkörnungen gegenüber einer gleichzeitigen Beanspruchung auf Schlag und Abrieb.

B. Begriffe

4. Los-Angeles-Koeffizient

Der Los-Angeles-Koeffizient (LA) gilt als Mass für die Widerstandsfähigkeit einer Körnung gegen Schlag und Abrieb. Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis der Masse der Anteile feiner als 1,6 mm nach dem Los-Angeles-Versuch und der ursprünglichen Masse der Analysenprobe.

C. Geräte

5. Los-Angeles-Maschine

Die Los-Angeles-Maschine hat in ihren wesentlichen Merkmalen der Abbildung 1 zu entsprechen und ist von einem Motor mit einer Leistung $> 0,75$ kW anzutreiben sowie mit einem Tourenzähler auszurüsten.

Granulats minéraux Essai Los Angeles

A. Généralités

1. Domaine d'application

Cette norme s'applique aux granulats destinés à la fabrication des bétons bitumineux et d'enduits superficiels.

2. Objet

Cette norme contient les prescriptions applicables à l'appareillage d'essai ainsi que les modalités d'exécution de l'essai Los Angeles se référant aux prescriptions ASTM [1], [2].

3. But

L'essai Los Angeles permet d'apprécier la résistance simultanée au choc et à l'abrasion de gravillons et de pierres concassées.

B. Définitions

4. Coefficient Los Angeles

Le coefficient Los Angeles (LA) est la mesure de la résistance au choc et à l'abrasion d'un granulat. Il correspond au rapport entre la masse des éléments inférieurs à 1,6 mm produite au cours de l'essai et la masse initiale de l'échantillon d'analyse.

C. Appareillage

5. Appareil d'essai Los Angeles

Pour les caractéristiques essentielles, l'appareil d'essai Los Angeles sera conforme aux indications de la figure 1; il sera entraîné par un moteur d'une puissance $> 0,75$ kW et équipé d'un compte-tours.

8. Zusätzliche Geräte

- Probeteiler
- Trockenschrank, Temperatur 105 ... 110 °C
- Waage bis 10 kg, Ablesegenauigkeit ± 1 g

D. Durchführung

9. Vorbereiten der Analysenproben

- Der Laboratoriumsprobe von mindestens 25 kg mit Hilfe eines Probeteilers zwei Analysenproben entnehmen
- Analysenproben sorgfältig waschen, mittels den der Nominalkörnung entsprechenden Grenzsieben sieben und bei einer Temperatur von 105 bis 110 °C bis zur Massekonstanz trocknen. Die Masse jeder vorbereiteten Analysenprobe muss $5000 \text{ g} \pm 25 \text{ g}$ betragen.

10. Durchführung der Prüfung

- Die gemäss Ziffer 9 vorbereitete Analysenprobe wägen: M_0
- Analysenprobe mit der zugehörigen Abrasiv-Charge (Tabelle 1) in die Los-Angeles-Maschine einbringen
- Maschine mit einer Drehzahl von 30 bis 33 U/min in Betrieb setzen
- Nach Erreichen der vorgeschriebenen Anzahl Umdrehungen (Tabelle 2) Maschine stoppen
- Analysenprobe aus der Maschine herausnehmen
- Feianteile durch Waschen der Analysenprobe auf einem 1,6-mm-Maschensieb entfernen
- Siebrückstand bei einer Temperatur von 105 bis 110 °C bis zur Massekonstanz trocknen und wägen: M_1 .

Tab. 2
Anzahl Umdrehungen

Nominalkörnungen [mm]	Anzahl Umdrehungen
3/6	500
6/11	500
11/16	500
16/22	500
22/32	700

E. Auswertung

11. Berechnen des Los-Angeles-Koeffizienten (LA)

$$LA = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \cdot 100$$

wobei:

M_0 = Masse der Analysenprobe vor dem Versuch
 M_1 = Masse des Siebrückstandes à 1,6 mm nach dem Versuch

8. Autres appareils

- Echantillonneur à couloirs
- Etuve, température 105 ... 110 °C
- Balance jusqu'à 10 kg, précision ± 1 g

D. Exécution

9. Préparation des échantillons d'analyse

- A l'aide d'un échantillon à couloirs, prélever deux échantillons d'analyse sur un échantillon de laboratoire d'au moins 25 kg
- Laver soigneusement les échantillons d'analyse, les tamiser entre les deux tamis limites définissant le granulat nominal et les sécher jusqu'à masse constante à une température comprise entre 105 et 110 °C. La masse de chacun des échantillons d'analyse ainsi préparé doit être de $5000 \text{ g} \pm 25 \text{ g}$.

10. Exécution de l'essai

- Peser l'échantillon d'analyse préparé selon chiffre 9, soit M_0
- Introduire l'échantillon d'analyse dans l'appareil Los Angeles avec la charge abrasive correspondante (tableau 1)
- Faire tourner la machine à raison de 30 à 33 t/min
- Arrêter la machine au nombre de tours prescrits (tableau 2)
- Sortir l'échantillon d'analyse de la machine
- Eliminer les parties fines par lavage sur le tamis de 1,6 mm
- Sécher le refus à une température de 105 à 110 °C jusqu'à masse constante et les peser, soit: M_1 .

Tab. 2
Nombre de tours

Granulat [mm]	Nombre de tours
3/6	500
6/11	500
11/16	500
16/22	500
22/32	700

E. Interprétation

11. Calcul du coefficient Los Angeles (LA)

$$LA = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \cdot 100$$

où:

M_0 = masse de l'échantillon d'analyse avant l'essai
 M_1 = masse du refus à 1,6 mm après l'essai

ANNEXE III

TG /07/A5

DRAFT EUROPEAN STANDARD

ENGLISH VERSION

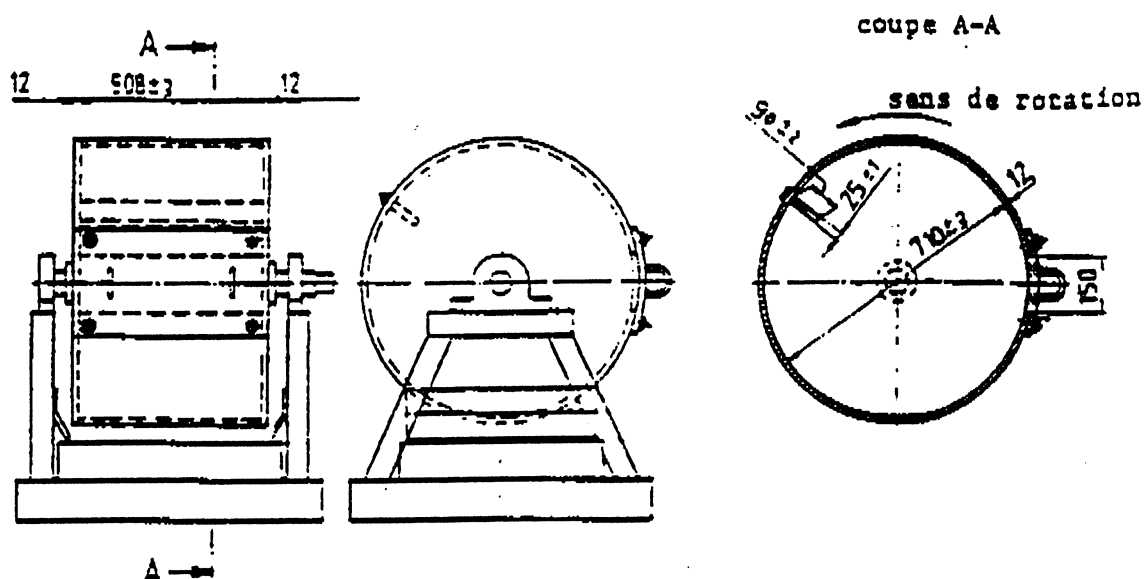
METHOD FOR DETERMINATION OF THE RESISTANCE
TO FRAGMENTATION : LOS ANGELES TEST

*Méthode de détermination de la résistance
à la fragmentation : essai Los Angeles*

April 1992

92/12375

Figure 1



A hollow cylinder, 12 mm ($+ 1$ mm, $- 0.5$ mm) thick. It is made of structural steel plate to EN grade..... ; which has been selected to be formed without undue stress, and can be welded without significant distortion. The cylinder is closed at both ends. It has an internal diameter of 710 ± 3 mm and an internal length of 508 ± 3 mm. The cylinder is supported on two horizontal axes fixed to its two end walls but not penetrating inside the cylinder ; the cylinder is mounted so that it rotates about a horizontal axis.

An opening 150 ± 3 mm wide allows inserting and removing the sample preferably over the whole length of the cylinder to facilitate the removal of material after the test. During the test, the opening is hermetically sealed so that it is dustproof, using a removable cover which enables the inside surface to remain cylindrical.

This cylindrical inner surface is interrupted by a projecting plate, placed 400 ± 10 mm from the edge of the cover, the distance being measured along the cylinder in the direction of rotation. This plate is of rectangular cross section (length equal to that of the cylinder, width 90 ± 2 mm, thickness 25 ± 1 mm). It is placed in a diametrical plane, along a generating line, and is bolted onto the end walls.

The replacement of the plate will be done when needed.

The projecting plate and removable cover should be made of the same steel as the drum.

- Ball load, consisting of 11 spherical steel balls, each with a diameter of between 45 and 49 mm. Each ball must weigh between 400 and 445 g, and the total load must weigh between 4 650 and 4 820 g.

Wash the material oversize for the 1.6 mm sieve. Drain and dry it in an oven at $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ until its weight is constant.

Weigh this oversize material when dry. Let the result of weighing be m .

7. EXPRESSING THE RESULTS

By definition, the Los Angeles coefficient (L_A) is the ratio :

$$L_A = \frac{5\,000 - m}{50}$$

The result is rounded off to the nearest whole number.

8. TEST REPORT

The test report shall affirm that the Los Angeles test was determined in accordance with this Standard. It shall include the following information :

- Name and origin of sample.
- Granular classification of sample tested.
- Test result(s).

10. ACCURACY

Repeatability (r) and reproducibility (R) have been determined on the basis of two repeat tests carried out on each material in 18 laboratories.

The results were interpreted in accordance with ISO 5725.

The results obtained for levels 10 to 30 of granular classification 10-14 mm are as follows :

- Repeatability $r = 1.3$
- Reproducibility $R = 1.6 + 0.11 x$

Where x is the value level.

Normative Annex - Alternative Test Methods

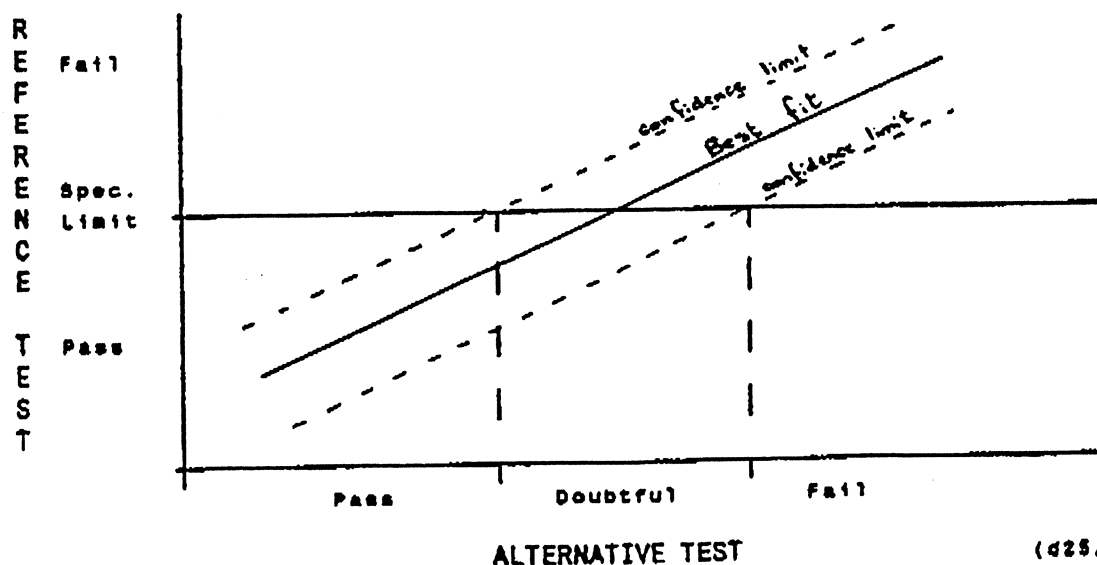
(To be added to the test methods for Los Angeles and Schlagversuch,
as agreed by CEN/TC/154/SC6/TG7, 24th March 1992)

As part of the traditions of many countries, a number of test methods have been used to determine the resistance to fragmentation of aggregates, including static compression tests and impact tests.

Whilst the Los Angeles test is to be used as the reference method in all cases, it is permissible to use traditional methods as indirect tests under a system of attestation of conformity. The Schlagversuch test defined in ENxxx is acceptable for use as an alternative test.

If indirect tests are used, double testing should be avoided by the mutual recognition of results. However, to ensure that the indirect test method is not used as a barrier to trade, the following principles must apply :

- An acceptable correlation is established between the results of the indirect method and the reference method (Los Angeles Test), over the typical range of values for the aggregate being tested. The figure below illustrates how such a correlation can be displayed graphically.
- The correlation between the indirect test method and the reference method is only valid within the system of attestation of conformity. It may be revised in the light of experience and further test data.
- If any test result falls within the "doubtful" part of the correlation, the test shall be repeated by means of the reference method using a test portion taken from the same bulk sample. The result obtained using the reference method shall be used in case of dispute.
- In case of dispute, the supplier of the aggregate shall have the option to insist that the reference method is used, whatever the result of the indirect test.
- The indirect test is carried out in accordance with the same documented test method used to derive the correlation graph. This may be the National Standard in the place of use or another CEN Standard, but other documented test methods are acceptable provided they comply with the requirements of the system of attestation of conformity.



(d25/proptest/p4)

92/12575

ANNEXE IV

normalisation française

P 18-572
Décembre 1990

Granulats Essai d'usure micro-Deval

E : Aggregates — Micro-Deval attrition test
D : Granulate — Micro-Deval Verschleissprüfung

Norme expérimentale publiée par l'afnor en décembre 1990.

Les observations relatives à la présente norme expérimentale doivent être adressées à l'afnor avant le 31 décembre 1992.

Remplace la norme enregistrée de même indice, d'octobre 1978.

correspondance À la date de publication de la présente norme, il n'existe pas de norme européenne ou internationale sur le sujet.

analyse Dans la série des normes P 18-... qui concerne les granulats, la présente norme définit une méthode de mesure de la résistance à l'usure par frottements réciproques en présence d'eau ou à sec des gravillons.

descripteurs Thésaurus International Technique : granulat, usure, attrition.

modifications Par rapport à la précédente édition :

- ajout de la classe granulaire 25-50 mm,
- changement de statut.

corrections

1 OBJET

La présente norme a pour objet de définir le mode opératoire pour la mesure de la résistance à l'usure d'un échantillon de granulats.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine du bâtiment et du génie civil.

3 RÉFÉRENCES

- | | |
|-------------|--|
| P 18-553 | Granulats — Préparation d'un échantillon pour essai. |
| P 18-560 | Granulats — Analyse granulométrique par tamisage. |
| NF ISO 5725 | Application de la statistique — Fidélité des méthodes d'essais — Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité par essais interlaboratoires. (Indice de classement : X 06-041.) |

4 GÉNÉRALITÉS

4.1 But de l'essai

L'essai micro-Deval permet de mesurer la résistance à l'usure des roches. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

4.2 Définition de l'essai

L'essai consiste à mesurer l'usure des granulats produite par frottements réciproques dans un cylindre en rotation dans des conditions bien définies.

La granularité du matériau soumis à l'essai est choisie parmi les classes granulaires : 4-6,3 mm, 6,3-10 mm, 10-14 mm et 25-50 mm.

Pour les essais effectués sur les gravillons entre 4 et 14 mm une charge abrasive est utilisée.

Si M est la masse du matériau soumis à l'essai, m la masse des éléments inférieurs à 1,6 mm produits au cours de l'essai, la résistance à l'usure

s'exprime par la quantité $100 \frac{m}{M}$

Par définition, cette quantité sans dimension, est appelée, suivant la méthode employée :

- coefficient micro-Deval sec du granulat (M_{DS}),
- coefficient micro-Deval en présence d'eau du granulat (M_{DE})

7 EXÉCUTION DE L'ESSAI

7.1 Essai sur les gravillons compris entre 4 et 14 mm

Introduire dans le cylindre d'essai, disposé ouverture vers le haut, la charge abrasive, puis les 500 g de matériau préparé suivant les dispositions du chapitre 6. La charge est fixée conformément aux indications du tableau ci-après.

Classe granulaire (mm)	Charge abrasive (g)
4 — 6,3	2 000 ± 5
6,3 — 10	4 000 ± 5
10 — 14	5 000 ± 5

Pour effectuer un essai en présence d'eau, on ajoute 2,5 l d'eau.

Mettre les cylindres en rotation à une vitesse de 100 tr/min ± 5 tr/min pendant 2 h ou 12 000 t.

Après essai, recueillir le granulat et la charge abrasive dans un bac en ayant soin d'éviter les pertes de granulat. Laver soigneusement à la pissette l'intérieur du cylindre, en recueillant l'eau et les parties minérales entraînées.

Tamiser le matériau dans le bac sur le tamis de 1,6 mm ; la charge abrasive sera retenue sur un tamis de 8 mm.

Laver l'ensemble sous un jet d'eau et retirer la charge abrasive (à l'aide d'un aimant par exemple). Procéder en plusieurs fois pour faciliter l'opération.

Sécher le refus à 1,6 mm à l'étuve à 105 °C, jusqu'à masse constante.

Peser ce refus au gramme près, soit m' le résultat de la pesée.

7.2 Essai sur les granulats compris entre 25 et 50 mm

Introduire dans le cylindre d'essai disposé ouverture vers le haut, les 10 000 g de matériau préparé suivant les dispositions du chapitre 6.

Pour effectuer l'essai en présence d'eau on ajoute 2 l d'eau.

Mettre les cylindres en rotation à une vitesse de 100 tr/min ± 5 tr/min pendant 2 h 20 min ou 14 000 rotations.

Après essais recueillir le granulat dans un bac en ayant soin d'éviter les pertes d'éléments. Laver soigneusement à la pissette l'intérieur du cylindre en recueillant dans le bac l'eau et les parties minérales entraînées.

Tamiser le matériau du bac sur le tamis de 1,6 mm en prévoyant un tamis de décharge.

Laver l'ensemble sous un jet d'eau en procédant en plusieurs fois pour faciliter l'opération.

Sécher le refus à 1,6 mm à l'étuve réglée à 105 °C jusqu'à masse constante.

Peser ce refus au gramme près, soit m' le résultat de la pesée.

8 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Le coefficient micro-Deval M_{DE} ou M_{DS} est par définition le rapport :

$$100 \frac{m}{M} = 100 \frac{M - m'}{M}$$

où :

M est la masse sèche de l'échantillon pour essai (500 ou 10 000 g),
 $m = M - m'$ est la masse sèche de la fraction du matériau passant après l'essai au tamis de 1,6 mm.

ANNEXE V

normalisation française

P 18-576
Décembre 1990

Granulats

Mesure du coefficient de friabilité des sables

E : Aggregates — Measurement of the friability coefficient for fine aggregate
D : Granulate — Bestimmung des Bröcklichkeitsfaktors von Sand

Norme expérimentale publiée par l'afnor en décembre 1990.

Les observations relatives à la présente norme expérimentale doivent être adressées à l'afnor avant le 31 décembre 1992.

Remplace la norme enregistrée de même indice, d'octobre 1978.

correspondance À la date de publication de la présente norme, il n'existe pas de norme européenne ou internationale sur le sujet.

analyse Dans la série des normes P 18-... qui concerne les granulats, la présente norme définit un essai de mesure de la résistance aux chocs d'un sable.

descripteurs Thésaurus International Technique : granulat, résistance mécanique, sable, choc.

modifications Par rapport à la précédente édition, le d du sable passe de 0,1 mm à 0,2 mm et le tamis de contrôle passe de 0,05 à 0,1 mm. Les résultats des essais sont peu modifiés par ces modifications.
Changement de statut.

corrections

5 APPAREILLAGE

5.1 Appareillage d'usage courant

Matériel nécessaire pour effectuer l'échantillonnage du matériau (P 18-553) et une analyse granulométrique par tamisage (P 18-560), dont un jeu de tamis de 0,1 — 0,2 — 1 — 2 — 4 et 8 mm d'ouverture et d'au moins 200 mm de diamètre.

5.2 Appareillage spécifique

Appareil micro-Deval (P 18-572),

Charge broyante constituée par des billes sphériques en acier inox Z 30 C 13 de diamètre :

$$(30 \begin{smallmatrix} + 0,1 \\ - 0,5 \end{smallmatrix}) \text{ mm}, (18 \begin{smallmatrix} + 0,1 \\ - 0,5 \end{smallmatrix}) \text{ mm} \text{ et } (10 \pm 0,5) \text{ mm}.$$

6 MATÉRIAU SOUMIS À L'ESSAI

6.1 Prise d'échantillon

La masse de l'échantillon envoyé au laboratoire est au moins égale à 2 kg, elle est partagée suivant les prescriptions de la norme P 18-553.

L'essai est effectué sur un sable 0,2-2 mm ou 0,2-4 mm.

6.2 Préparation de l'échantillon pour essai

Tamiser par voie humide le matériau sur les tamis 0,2 mm et 2 mm ou 4 mm.

Sécher à l'étuve à 105 °C, jusqu'à masse constante, c'est-à-dire jusqu'à ce que deux pesées successives de l'échantillon, séparées d'une heure, ne diffèrent pas de plus de 0,1 %.

Homogénéiser et peser l'échantillon pour essai qui doit être de $500 \text{ g} \pm 2 \text{ g}$.

Préparer la charge broyante de la façon suivante :

prendre 9 billes de 30 mm de diamètre, dont la masse doit être comprise entre 925 g et 985 g, ajouter 21 billes de 18 mm de diamètre, dont la masse doit être comprise entre 440 g et 500 g et compléter avec des billes de 10 mm de diamètre, de façon que la masse totale de la charge soit de $2\,500 \text{ g} \pm 4 \text{ g}$.

L'usure de la charge doit être contrôlée périodiquement. Les billes de 18 mm et 30 mm sont contrôlées par pesée de l'ensemble et remplacement des plus usées par pesées élémentaires, jusqu'à se retrouver à l'intérieur des tolérances. Les billes de 10 mm sont contrôlées en les pesant par lot de dix, en deçà d'une masse de 34 g par lot elles sont remplacées par des billes conformes.

7 EXÉCUTION DE L'ESSAI

Introduire la charge dans le cylindre d'essai, puis les 500 g de matériau préparé suivant les dispositions du chapitre 6.

Ajouter 2,5 l d'eau.

Mettre le cylindre en rotation à la vitesse de $100 \text{ tr/min} \pm 5 \text{ tr/min}$ pendant 1 500 t ou 15 min.

Verser ensuite lentement la totalité du contenu du cylindre sur deux tamis superposés de 8 mm (pour recueillir la charge abrasive) et de 0,1 mm.

Laver l'ensemble sous un jet d'eau, jusqu'à eau claire, puis enlever le tamis de 8 mm.

Sécher le refus au tamis de 0,1 mm à l'étuve à 105 °C, jusqu'à masse constante.

Tamiser à sec le refus à 0,1 mm.

Peser à 0,1 % près le refus sur le tamis de 0,1 mm, soit m' cette masse.

ANNEXE VI

Prüfung von Naturstein und Gesteinskörnungen
**Bestimmung von Wasseraufnahme
 und Sättigungswert**

DIN
52 103

Testing of natural stones and mineral aggregates;
 Determination of water absorption and saturation coefficient
 Essai des pierres naturelles et des granulats minéraux;
 Détermination de l'absorption d'eau et du coefficient de saturation

Ersatz für Ausgabe 11.72
 und DIN 52 113/03.65

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm
ISO 6783 - 1982 siehe Erläuterungen.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Prüfverfahren nach dieser Norm dienen zum Bestimmen der Wasseraufnahme von Naturstein unter Atmosphärendruck und unter Druck von 150 bar*) sowie zur Berechnung des Sättigungswertes, außerdem zur Bestimmung der Wasseraufnahme von Gesteinskörnungen unter Atmosphärendruck.

2 Begriffe

2.1 Wasseraufnahme

Die Wasseraufnahme W von Naturstein und Gesteinskörnungen ist die Differenz zwischen der Masse der wassergelagerten Probe m_w und der getrockneten Probe m_{tr} .

Die Wasseraufnahme von Naturstein und Gesteinskörnungen unter Atmosphärendruck ist

$$W_a = m_{w,a} - m_{tr} \quad (1) \quad \text{oder}$$

Hierin bedeutet:

$m_{w,a}$ Masse der unter Atmosphärendruck wassergelagerten Probe

Die Wasseraufnahme von Naturstein unter einem Druck von 150 bar*) ist

$$W_d = m_{w,d} - m_{tr} \quad (2)$$

Hierin bedeutet:

$m_{w,d}$ Masse der unter Druck von 150 bar*) wassergelagerten Probe

2.2 Sättigungswert

Der Sättigungswert S (auch: S -Wert) von Naturstein ist das Verhältnis der Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck W_a zur Wasseraufnahme unter Druck W_d :

$$S = \frac{W_a}{W_d} \quad (3) \quad *) \quad 1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa}$$

2.3 Wasseraufnahmegrad

Für den massebezogenen Wasseraufnahmegrad W_m gelten die Gleichungen (4) und (5).

$$W_{m,a} = \frac{W_a}{m_{tr}} \cdot 100 \% \quad (4)$$

$$W_{m,d} = \frac{W_d}{m_{tr}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

Für den volumenbezogenen Wasseraufnahmegrad W_v gelten die Gleichungen (6) und (8) oder (7) und (9).

$$W_{v,a} = \frac{W_a}{m_{tr}} \cdot \frac{\rho_R}{\rho_W} \cdot 100 \% \quad (6)$$

$$W_{v,a} = \frac{W_a}{V_R \cdot \rho_W} \cdot 100 \% \quad (7)$$

$$W_{v,d} = \frac{W_d}{m_{tr}} \cdot \frac{\rho_R}{\rho_W} \cdot 100 \% \quad (8)$$

$$\text{oder} \quad W_{v,d} = \frac{W_d}{V_R \cdot \rho_W} \cdot 100 \% \quad (9)$$

In den Gleichungen (6) bis (9) bedeuten:

ρ_R Trockenrohdichte der Probe nach DIN 52 102

ρ_W Dichte des Wassers

V_R Volumen der Probe einschließlich etwa vorhandenen Porenraums nach DIN 52 102

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
 Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN

Vakuum von etwa 30 mbar**) so lange zu entlüften, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen (meistens genügen 3 h). Anhaftende Luftblasen sind durch Schütteln zu entfernen. Die Proben sind anschließend weitere 2 h unter Wasser bei Atmosphärendruck zu belassen. Dann sind die Proben im Drucktopf unter Wasser liegend einem Überdruck von 150 bar*) auszusetzen. Dieser Druck ist 24 h mit ± 15 bar*) aufrechtzuerhalten. Dann sind die Proben dem Wasser zu entnehmen und nach den Angaben in Abschnitt 6.1 zu wägen (Masse $m_{w,d}$).

7 Auswertung

Die Wasseraufnahme W_a oder die Wasseraufnahme W_d sind in g auf 0,1 g zu berechnen.

Der massebezogene Wasseraufnahmegrad $W_{m,a}$ oder der massebezogene Wasseraufnahmegrad $W_{m,d}$ sind nach Gleichung (4) bzw. Gleichung (5) auf 0,01% zu berechnen.

Der volumenbezogene Wasseraufnahmegrad $W_{v,a}$ oder der volumenbezogene Wasseraufnahmegrad $W_{v,d}$ sind nach Gleichung (6) oder Gleichung (8) bzw. Gleichung (7) oder Gleichung (9) auf 0,01% zu berechnen. Dabei ist ρ_w mit 1,00 g/cm³ einzusetzen.

Für jede Probe ist der Sättigungswert S nach Gleichung (3) auf 0,01 zu berechnen.

8 Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf diese Norm anzugeben:

- a) Art des Gesteins
- b) Einfache Beschreibung des Gesteins durch Farbe und Gefüge nach Augenschein
- c) Form, ungefähre Maße, Masse und Anzahl der Proben; bei Körnungen Kornklasse, Masse und Anzahl der Meßproben
- d) Angewendetes Verfahren zur Bestimmung der Wasseraufnahme
- e) Wasseraufnahme W_a und/oder W_d in g auf 0,1 g, Einzelwerte, gegebenenfalls für jede Varietät gesondert
- f) Massebezogener Wasseraufnahmegrad $W_{m,a}$ und/oder $W_{m,d}$ in % auf 0,01% gerundet, Einzelwerte und arithmetischer Mittelwert, gegebenenfalls für jede Varietät gesondert
- g) Volumenbezogener Wasseraufnahmegrad $W_{v,a}$ und/oder $W_{v,d}$ in % auf 0,01% gerundet, Einzelwerte und arithmetischer Mittelwert, gegebenenfalls für jede Varietät gesondert
- h) Sättigungswert S auf 0,01 gerundet, Einzelwerte und arithmetischer Mittelwert, gegebenenfalls für jede Varietät gesondert

Zitierte Normen

DIN 8120 Teil 1	Begriffe im Waagenbau; Gruppeneinteilung; Benennungen und Definitionen von Waagen
DIN 12 491	Laborgeräte aus Glas; Vakuum-Exsikkatoren
DIN 50 011 Teil 12	Klimate und ihre technische Anwendung; Klimaprüfeinrichtungen; Klimagröße: Lufttemperatur
DIN 52 101	Prüfung von Naturstein und Gesteinskörnungen; Probenahme
DIN 52 102	Prüfung von Naturstein und Gesteinskörnungen; Bestimmung von Dichte, Trockenrohdichte, Dichtigkeitsgrad und Gesamtporosität

Weitere Normen und andere Unterlagen

DIN 52 106	Prüfung von Naturstein; Beurteilungsgrundlagen für die Verwitterungsbeständigkeit
DIN 52 617	Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten von Baustoffen

Eichordnung – Anlage 9: Nichtselbsttätige Waagen***)

Frühere Ausgaben

DIN DVM 2203 = DIN 52 203:	08.33
DIN DVM 2103:	04.28, 04.31
DIN 52 103:	11.42, 11.72
DIN DVM 104:	04.25
DIN 52 104:	11.42
DIN 52 113:	03.65

*) Siehe Seite 1

**) Siehe Seite 2

***) Zu beziehen durch Deutsches Informationszentrum für Technische Regeln (DITR) im DIN, Postfach 11 07, 1000 Berlin 30

ANNEXE VII

CEN

B/502/6

TO ALL MEMBERS OF CEN/TC 154/SC 6

TO THE CONVENERS OF CEN/TC 154
TASK GROUPS 5, 6, 7, 8 AND 9

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Document CEN/TC: 154/SC6 **N323E**

British Standards Institution

Secretariat of CEN/TC 154/SC 6

Title: Test methods

Our tel ext/ref: 3300 : CEN/TC 154/SC 6

Date: January 1994

TESTS FOR THERMAL AND WEATHERING PROPERTIES OF AGGREGATES PART 2:MAGNESIUM SULPHATE AGGREGATE TEST

(For approval for submission to CEN/TC 154 for CEN enquiry)

94/100624

MAGNESIUM SULPHATE AGGREGATE TEST

CONTENTS LIST

	Page
Foreword	2
Method	
1.0 Scope and Field of Application	2
2.0 Principle of the Method	2
3.0 Sampling	3
4.0 Apparatus	3
5.0 Reagents	3
6.0 Preparation of test portions	5
7.0 Procedure	6
8.0 Calculation and expression of test results	7
9.0 Precision	7-9
10.0 Test report	10
Figure	
1 Basket for magnesium sulphate testing	4

3.0 Sampling

The laboratory sample to be used for the test shall be taken in accordance with B.S. 812: Part 101: until superceded by EN XXX.

4.0 Apparatus

- 4.1 Test Sieves, in accordance with EN xxx, of 10mm and 14mm size.
- 4.2 A balance of 2 kg capacity accurate to 0.1g.
- 4.3 A least two brass or stainless steel mesh baskets for immersing laboratory samples in the solution. A suitable design is shown in figure 1.
- 4.4 Containers such that the baskets listed in 4.3 can be readily placed in and out, and with a volume at least five times the volume of the immersed aggregate.
- 4.5 A tank, or tank room capable of maintaining the temperature of the solution inside the containers at $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- 4.6 A ventilated drying oven with forced circulation of adequate capacity. The oven shall be capable of being controlled at $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 4.7 Density Hydrometer conforming to EN XXX graduated at 20°C for medium surface tension 55mN/m to measure densities in the range of 1.284 g/mL to 1.300 g/mL to an accuracy of 0.001 g/mL .
- 4.8 A dessicator, large enough to contain at least two of the baskets listed in 4.4.
- 4.9 A thermometer, complying with EN xxx, of range 0° to 120°C , accurate to 1°C .

5.0 Reagents

- 5.1 A supply of distilled, or deionized water.
- 5.2 Barium chloride 5% solution. Dissolve 5 g of barium chloride in 100 mL of distilled water.

5.3 A saturated solution of magnesium sulphate.

5.3.1 This may be achieved by using magnesium sulphate heptahydrate or anhydrous magnesium sulphate.

5.3.2 If salts are used prepare the solution by slowly adding 1500 g of the crystalline salt to each litre of water, a minimum of 3 litres is required for each test.

During preparation maintain the temperature at between 25°C to 30°C and stir thoroughly during the addition of the crystals.

After preparation lower the temperature to 20°C +/- 2°C, and maintain at this temperature for 48 hours +/- 1 hour.

5.3.3 Prior to use check that the solution has achieved a density of 1.292 +/- 0.008 g/mL by decanting a portion of the solution into a gas jar, measuring the density with the hydrometer, and returning the solution to the container. If not, reject the solution, and prepare a fresh solution.

6.0 Preparation of test portions

6.1 Reduce the laboratory sample in accordance with EN xxx to produce two test portions of sufficient mass such that each will produce a minimum of 500 g of the 10mm to 14mm size when processed as described in 6.3

6.2 Dry each test portion in the oven at 110°C +/- 5°C for 24 hrs +/- 1 hr, and allow to cool in the desiccator to laboratory temperature.

6.3 Sieve each test portion using the 10mm and 14mm sieves to give a mass of approximately 500 g each.

6.4 Wash each test portion with distilled water until free from dust, allow to drain and dry in the oven as in 6.2.

6.5 Repeat the sieving as in 6.3, to ensure that only material in the 10mm to 14mm range is used.

- 7.5 After cooling at the completion of the five cycles, as in 7.2 wash the aggregate in each basket with tap water, until the washings are free from magnesium sulphate.

This can be verified by testing a 10 mL aliquot of the washings with a few drops of barium chloride solution for turbidity, and comparing this with the turbidity of an equal volume of fresh tap water similarly treated.

- 7.6 Dry each test portion as in 6.2. Hand sieve on the 10mm sieve and record the mass (M₂) of the aggregate retained on the sieve to the nearest 0.1g.

- 8.0 Calculation and expression of test results

- 8.1 Calculate the magnesium sulphate value (S) in % by mass for each test portion from the following equation, recording each value to the first decimal place:

$$S = \frac{100 [M_1 - M_2]}{M_1}$$

where

M₁ is the initial mass of the test portion as in 6.6.

M₂ is the final mass of aggregate retained on the 10mm sieve as in 7.6.

- 8.2 Calculate the mean of the two results obtained to the nearest whole number and record as the magnesium sulphate value (MSV).

9.0 Precision

Materials consisting of 10t lots provided 100kg laboratory samples. Two test portions were then produced from each laboratory sample.

Two laboratory averages were deleted as outliers. The sample variabilities which result from the sampling and sample reduction operations are proportional to V_r and V_s according to sampling error and sample reduction error given in EN XXX.

Table 1.

Recommended test sieves, mesh baskets and mass of specimens for testing aggregates outside the size range 10.0mm to 14.0mm.

Size Fraction	Mass of test specimen	Test Sieve		Mesh Baskets		
		Passing	Retained	Mesh size	Height	Diam
	g	mm	mm	mm	mm	mm
Larger than 14.0mm	800-830	28.0	20.0	3.35	160	120
	600-630	20.0	14.0	3.35	160	120
10.00mm to 14.0mm	400-420	14.0	10.0	3.35	160	120
Smaller than 10.0mm	300-310	10.0	6.30	1.18	120	95
	200-210	6.30	5.00	1.18	120	95
	200-210	5.00	3.35	0.60	120	95
	200-210	3.35	2.36	0.60	120	95
	100-110	2.36	1.18	0.15	80	65
	100-110	1.18	0.60	0.15	80	65
	100-110	0.60	0.30	0.15	80	65

Table 2. Precision data for the magnesium sulphate soundness value
x = average MSV at statistical levels

x	r_1	R_1	R_2	$\sqrt{V_r}$	$\sqrt{V_L}$	$\sqrt{V_s}$	Rock Type used in precision exercise
70.9	7.3	19.6	19.8	2.61	6.47	1.06	Oolitic Limestone
38.2	10.7	17.8	19.4	3.80	5.07	2.75	Lithic Sandstone
19.1	9.1	16.4	16.5	3.25	4.86	0.59	Quartz dolerite
9.0	5.2	8.2	8.2	1.66	2.27	0.00	Olivine basalt
5.5	3.7	5.7	5.9	1.33	1.55	0.53	Shelly Limestone
4.4	4.7	6.8	9.7	1.69	1.75	2.48	Olivine basalt
3.6	3.0	4.1	4.8	1.01	0.99	0.92	Lithic sandstone
3.2	1.5	2.6	2.8	0.53	0.75	0.36	Quartz dolerite

ANNEXE VIII



Unterbau und Schotter

Vorschriften für Neubau und Erneuerung

Verteiler	I	II	III	IV
S	1, 5, 6	2a, 3a, 4a, 6a, 7a		
P	1 ¹³	1a, b		

d/f/i

1. 1. 1993

Baudirektion

Vorwort

In dieser Vorschrift sind die bisher gültigen Weisungen zusammengefasst, die im Bahnbau das Fachgebiet Unterbau und Schotter betreffen.

Das schweizerische Normenwerk mit den SN - Normen gilt grundsätzlich auch im Eisenbahnunterbau. Die vorliegende Vorschrift soll die in diesem bahntechnischen Fachgebiet bestehenden Lücken schliessen. Normen sind entsprechend ihrer Funktion nicht geeignet jeden möglichen Spezialfall zu beschreiben. Der Anwender dieser Normvorschriften ist deshalb eingeladen, bei deren Umsetzung auf den konkreten Einzelfall seine Erfahrung einfließen zu lassen und die gewährten Freiräume zu nutzen, falls dadurch günstigere und wirtschaftlichere Lösungen entstehen.

Künftig ist vorgesehen, durch verstärkte Mitwirkung in den Normenverbänden möglichst viele bahnspezifischen Erkenntnisse direkt ins schweizerische und ins europäische Normenwerk einzubringen.

Dieses Reglement tritt am 01.01.1993 in Kraft und ersetzt die Weisungen Bau GD Fb/Ub 43-0101 (Tb 42-001), 43 -0201 (Tb 41-0201), 43-0203 (Tb 13-0101), 43-0204 (Tb 42-0101), 43-0205 (Tb 42-0102), 43-0206, 43-0301 (Tb 43-0102), 43-0302 (Tb 43-0103), 43-0401 (Tb 16-0102), 43-0403 (Tb 43-0104), 43-0404, 43-0405, 72-0401 (Tb 72-0401) sowie im R 220.41 Anhänge 3 bis 6

BAUDIREKTION SBB

Der Direktor

Dr. P. Winter

Im Falle von negativer Beurteilung ist eine repräsentative Schotterprobe von etwa 50 kg im Labor untersuchen zu lassen, wobei das Kontrollformular der Probe beizulegen ist.

Schotter wird durch ein- oder mehrmaliges Brechen der Ausgangsmaterialien und anschließendes Trennen des Brechgutes gewonnen. Der Schotter ist in Kornfraktionen zu sortieren und wenn nötig zu waschen oder auf andere geeignete Weise zu entstauben.

Erläuterungen zu Kennwert 51

Das mineralische Feinkorn, das durch das Prüfsieb 0,5 mm fällt, ist durch Nasssiebung gemäss SN 670 810 zu bestimmen. Der Gehalt an Feinkorn darf den Wert von 0,5 % nicht übersteigen.

Erläuterungen zu Kennwert 52

Bei der Abnahme jeder Lieferung, auf der Einbaustelle sowie bei der Entnahme von Proben ist die Reinheit des Schotters zu prüfen und bei negativer Beurteilung mit Hilfe der folgenden Begriffe auf dem Kontrollformular SBB 4258 zu beschreiben:

Sauber - staubig - dreckig - organische Verunreinigungen (z.B. Holz)sichtbar - usw.

Erläuterungen zu Kennwert 60

Im Kristallisierungsversuch gemäss F. DE QUERVAIN (1967) zur Prüfung der Verwitterungsbeständigkeit (Hitze, Salze, Frost, Wasser usw.) wird das Gestein durch abwechselnde Tränkung in Natriumsulfatlösung und Trocknung bei 100 °C beansprucht. Durch die wiederholte Erwärmung auf 100 °C werden die Gesteine auf Temperaturwechsel beansprucht und erfahren eine intensive Austrocknung, wie dies den Bedingungen im Bahnschotter entspricht.

Als Probekörper für den Versuch werden normal geformte Schotterstücke von ca. 150 bis 200 g Gewicht verwendet. Der Versuch wird pro Ge-

ANNEXE IX

Prüfung von Gesteinskörnungen
Schlagversuch
 Schlagversuch an Splitt und Kies
 Kornklasse 8/12,5 mm

DIN
52 115
 Teil 3

Testing of mineral aggregates; Impact test; Impact test on chippings and gravels; Size category 8/12,5 mm
 Essai des granulats minéraux; Essai de choc; Essai de choc sur les gravillons et graviers; Granularité 8/12,5 mm

In dieser Norm bedeutet % bei Angabe von Gehalten Massenanteile in % (bisher: Gew.-%).

1 Anwendungsbereich und Zweck

Das Verfahren nach dieser Norm dient zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Splitt und Kies gegen Zertrümmerung beim Schlagversuch. Als Meßgröße dient der Schlag-Zertrümmerungswert SZ 8/12.

Das Ergebnis des Schlagversuches wird durch die Kornform des Prüfgutes beeinflusst.

2 Begriff

Der Schlag-Zertrümmerungswert SZ 8/12 von Splitt und Kies ist gleich dem mittleren Siebdurchgang der Probe durch fünf im einzelnen festgelegte Analysensiebe nach dem Schlagversuch.

3 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die Kornklasse 8/12,5 mm wird im Schlagprüfgerät durch Einwirkung von 10 Schlägen aus 370 mm Höhe zertrümmert. Der Grad der Zertrümmerung wird durch Prüfsiebung mit fünf festgelegten Analysensieben festgestellt.

4 Geräte und Prüfmittel

4.1 Schlagprüfgerät mit Mörser und Stempel nach DIN 52 115 Teil 1

4.2 Analysensiebe mit Lochplatten mit Quadratlochung Qd 12,5; 11,2; 10; 8¹⁾ und 5 nach DIN 4187 Teil 2 und mit Drahtsiebböden nach DIN 4188 Teil 1 mit einer Maschenweite von 2; 0,63 und 0,2 mm

4.3 Präzisionswaage²⁾

4.4 Wärmekammer nach DIN 50 011 Teil 12 für Temperaturen bis mindestens 120 °C

4.5 Pinsel und Schalen

5 Proben

5.1 Aus dem zu prüfenden Splitt oder Kies ist eine Durchschnittsprobe (Laboriumsprobe) nach DIN 52 101 zu entnehmen. Sie ist so groß zu wählen, daß darin mindestens 5 kg der Kornklasse 8¹⁾/10 mm und je 2,5 kg der Kornklasse 10/11,2 mm und 11,2/12,5 mm enthalten sind.

5.2 Aus der Laboriumsprobe sind die für mindestens drei Meßproben erforderlichen Mengen (siehe Abschnitte 5.3 und 5.4) der Kornklassen 8/10 mm, 10/11,2 mm und 11,2/12,5 mm mit den in Abschnitt 4.2 angegebenen Analysensieben auszusieben. Diese Mengen der Laboriumsprobe sind zu waschen und 24 h bei (110 ± 5) °C zu trocknen. Anschließend läßt man sie auf Raumtemperatur 15 bis 35 °C abkühlen.

5.3 Für den Schlagversuch sind mindestens drei Meßproben wie nachfolgend angegeben zusammenzumischen und drei Meßproben (siehe auch Abschnitt 6.4) zu prüfen. Die Meßproben sind jeweils aus 50% der Kornklasse 8/10 mm, 25% der Kornklasse 10/11,2 mm und 25% der Kornklasse 11,2/12,5 mm zusammenzumischen und auf 0,5 g zu wägen.

5.4 Der Zahlenwert der Probemenge einer Meßprobe in kg soll gleich dem 0,5fachen des Zahlenwertes der Rohdichte ρ_R des Gesteins in g/cm³, bestimmt nach Prüfung DIN 52 102-RK 45-P an einer nach Abschnitt 5.3 zusammen gemischten Probe, sein. Demnach ist für jede Meßprobe von der Kornklasse 8¹⁾/10 mm das 0,25fache in kg der Rohdichte ρ_R in g/cm³ zu verwenden, von den Kornklassen 10/11,2 mm und 11,2/12,5 mm je das 0,125fache.

Die Probemenge (Einwaage) darf um höchstens 1% vom Sollwert abweichen.

6 Durchführung

6.1 Die zu prüfende Meßprobe ist in den Mörser des Schlagprüfgerätes zu schütten und von Hand ungefähr waagrecht einzuebnen, aber nicht einzurütteln. Der Stempel ist mittels der Andruckvorrichtung auf die Meßprobe zu fahren. Die Fallhöhe des Fallhammers ist auf 370 mm einzustellen. Die Meßprobe ist dann durch 10 Schläge des Fallhammers zu beanspruchen.

6.2 Nach der Schlagbeanspruchung ist der Stempel hochzufahren und der Mörser aus dem Schlagprüfgerät herauszuheben. Die zertrümmerte Meßprobe ist vorsichtig aus dem Mörser in eine Schale zu überführen. Der am Mörser anhaftende Rückstand ist mit einem Pinsel in die Schale zu fegen. Die zertrümmerte Meßprobe ist anschließend zu wägen.

6.3 Dann ist die zertrümmerte Meßprobe auf fünf Analysensieben, und zwar mit Lochplatten mit Quadratlochung Qd 8¹⁾ und 5 nach DIN 4187 Teil 2 und mit Drahtsiebböden nach DIN 4188 Teil 1 mit Maschenweiten von 2, 0,63 und 0,2 mm, abzusieben. Die Siebung ist nach DIN 1996 Teil 14 durchzuführen. Die einzelnen Siebrückstände auf den fünf Analysensieben und der Durchgang durch den Drahtsiebboden nach DIN 4188 Teil 1 mit der Maschenweite 0,2 mm sind auf 0,5 g zu wägen.

6.4 Die Summe der Auswaagen darf von der Einwaage um höchstens 0,5% abweichen; andernfalls ist der Schlagversuch mit einer weiteren Meßprobe durchzuführen.

¹⁾ Wegen der bei Analysensieben zulässigen Abweichungen für die Sieblochmaße muß für die Vorbereitung der Meßproben (Ausieben der Prüfkörnung) dasselbe 8-mm-Sieb verwendet werden wie für das Ausieben der Meßprobe nach der Schlagbeanspruchung.

²⁾ Begriff siehe DIN 8120 Teil 1

Fortsetzung Seite 2

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

ANNEXE X

6th. Working draft of the European Standard for:
"AGGREGATE FREEZE - THAW CYCLIC TEST"

Clause	Contents list	Page
0	Foreword	ii
1	Scope and Field of application	1
2	Principle of the Method	1
3	Apparatus	2
4	Samples	3
5	Procedure	5
	Figure 1, cooling curve	6
6	Calculations	8
7	Test Report	8

AGGREGATE FREEZE - THAW CYCLIC TEST

0.1 Introduction

Aggregates having a particle size between 4mm and 63mm may be examined using the following test method.

1.0 Scope and Field of Application

Testing according to this standard is intended to provide information on how an aggregate behaves when it is subjected to the cyclic action of freezing and thawing. The stresses on aggregates due to frost depend amongst other things on the degree of water saturation as well as the rate of cooling.

The results provide a means for assessing an aggregate's resistance to this form of weathering.

2.0 Principle of the Method

Test portions of single sized aggregate, having been soaked in water at atmospheric pressure, are subjected to ten freeze-thaw cycles. This involves cooling down to -17.5°C under water and then thawing them out in a water bath at about 20°C . After completion of the freeze-thaw cycling, they are examined for any changes (crack formation, loss in mass, and, if appropriate, changes in strength).

2.1 Designation of the Method

Soaking at atmospheric pressure and storage in water for thorough water absorption (as in sub-clause 5.1).

Exposure to frost action under water.
(as in sub-clause 5.1.1).

4.0 Samples

4.1 Sampling

Sampling shall be carried out in accordance with EN xxx.

4.2 Test Portions

Three individual test portions obtained in accordance with EN xxx by sample reduction from commercial single sized aggregates shall be used, from which oversize and undersize have been removed.

Note:-

If it is intended to perform a strength test after the freeze-thaw cyclic loading, then this test shall be performed on an appropriate grading sieved out from the laboratory sample, in accordance with EN xxx.

To do this, a laboratory sample shall be taken of double the mass required for the strength test (see Table 1), plus an allowance for waste. This laboratory sample shall then be split into two approximately equal parts. The first half shall be used for the strength and density tests, without being subjected to the freeze-thaw cycling.

The second half shall be subjected to the freeze-thaw cyclic test.

- 4.3 The preferred size fraction shall be within the range 8 - 16 mm, but if required, any of the sizes listed in Table 1 may be used.

The quantities for each of the three individual test portions are given in Table 1, deviations of $\pm 5\%$ are permissible.

5.0 Procedure

5.1 Soaking at Atmospheric Pressure

The test portions prepared in accordance with sub-clause 4.4. shall be stored at atmospheric pressure for 24 hours, (+/- 1hr) in the specified cans at 20 - 25°C, in distilled or demineralised water, the water covering the test portions by at least 10mm. The quantity in each can should be approximately 2,000 g, for normal aggregates, and 750 - 2,000 ml, bulk volume for LWA.

5.1.1 Exposure to Freezing Under Water

After soaking, make up with distilled or demineralised water at approximately 20°C, in accordance with clause 5.1. Place the covered cans containing the test portions in the cabinet, ensuring that the heat is extracted from them as uniformly as possible from all sides. The distance between the cans, and the sidewalls of the cabinet, shall not be less than 50 mm.

5.1.2 After each freeze-thaw cycle, reposition the cans so as to counteract any localised difference in frost action within the cabinet.

5.1.3 The cabinet shall be controlled so that the temperature in the centre of a can, filled with aggregate and water as specified above and situated in the centre of the cooled area, falls from 20°C. to freezing point (approx. 0°C), within 150 minutes, (+/- 30 min)., and then stays at approx. 0°C, for 210 (+/- 30 min). This can is to be considered the reference measuring point.

5.1.4 The temperature at the reference measuring point shall then be reduced to a mean temperature of -17,5 (+/- 2,5°C), within 180 (+/- 30 min.).

5.1.5 The air temperature in the cabinet shall not fall below - 22 °C.

5.1.6 The freezing shall be terminated when the reference measuring point has reached a temperature of -17,5 (+/- 2,5°C), for at least 240 minutes.

- 5.1.7 After the freezing, the cans shall be thawed out in water at approximately 20°C . The thawing out phase shall be deemed to be terminated when the reference measuring point has reached a temperature of $20 (+/- 3^{\circ}\text{C})$.
- 5.1.8 The cans shall remain in the thawing out water for a maximum of 10 hours, until the next cycle. The freeze-thaw cycle must be completed within 24 hours.
- 5.1.9 The desired temperature curve corresponds to the heavy line in Figure 1. No departure from the hatched area is permitted.
- 5.1.10 If it is necessary to interrupt the test, during the freezing cycle or when under manual control the cans shall remain in the cabinet at $-17,5 (+/- 2,5^{\circ}\text{C})$. A total interruption of 48 hours maximum is permitted. No other interruption is allowed.
- 5.1.11 10 cycles have to be performed.
- 5.1.12 On completion of the 10th. cycle, pour the contents of each can unto a test sieve having an aperture size that is half the lower size sieve used to prepare the test portion (e.g. in the case of the 8 - 16 fraction, unto a test sieve of 4 mm aperture size). Wash the test portion on the specified sieve by hand. Then dry the residue remaining on the sieve at $110 (+/- 5^{\circ}\text{C})$ for 24 hours ($+/- 1\text{hr}$), cool to ambient temperature and weigh immediately.

ANNEXE XI



Sand, Kies, Splitt und Schotter für Beläge

Qualitätsvorschriften

INHALT

A. Allgemeines	Seite 2
1. Gegenstand und Geltungsbereich	
2. Gewinnung und Herstellung	
B. Begriffe	Seite 3
3. Rundsand, Brechsand, Kies, Splitt, Schotter, Mischsand, Mischkies und Kiessand	
4. Bezeichnung der Körnungen	
5. Härte	
6. Verunreinigungen	
7. Kornform	
8. Kornrundung	
9. Zertrümmerungsgrad	
10. Los Angeles-Koeffizient	
11. Polierwiderstand	
C. Anforderungen	Seite 5
12. Petrographische Beschaffenheit	
13. Härte	
14. Korngrößenverteilung	
15. Verunreinigungen	
16. Kornform und Kornrundung	
17. Zertrümmerungsgrad	
18. Los Angeles-Koeffizient	
19. Polierwiderstand	
D. Kontrolle	Seite 14
20. Eignungsnachweis	
21. Routineuntersuchungen	
22. Gleichmässigkeit	
Literaturverzeichnis	Seite 15
23. Schweizer Normen SN	
24. Ausländische Normen	

Sables, graviers, gravillons et pierres concassées pour revêtements

Prescriptions de qualité

TABLES DES MATIERES

A. Généralités	page 2
1. Objet et domaine d'application	
2. Extraction et fabrication	
B. Définitions	page 3
3. Sables roulés, sables concassés, graviers, gravillons, pierres concassées, sables et graviers semi-cassés et graves	
4. Désignation des fractions granulométriques	
5. Dureté	
6. Impuretés	
7. Forme du grain	
8. Arrondi du grain	
9. Degré d'écrasement	
10. Coefficient Los Angeles	
11. Résistance au polissage	
C. Exigences	page 5
12. Pétrographie	
13. Dureté	
14. Granulométrie	
15. Impuretés	
16. Forme et arrondi du grain	
17. Degré d'écrasement	
18. Coefficient Los Angeles	
19. Résistance au polissage	
D. Contrôle	page 14
20. Examen de qualification	
21. Contrôles de routine	
22. Régularité	
Bibliographie	page 15
23. Normes suisses SN	
24. Normes étrangères	

16. Kornform und Kornrundung

Für das Bestimmen der Kornform und Kornrundung sind für jede Körnung mindestens 200 Körner auszu-zählen.

Für Sand ist die Bestimmung an der Kornfraktion grö-
ser als 1 mm durch visuelles Abschätzen durchzuführen.
Der Anteil der Rundflächen an der Gesamtoberfläche
eines Kornes wird geschätzt.

16. Forme et arrondi du grain

La détermination de la forme et de l'arrondi du grain se
fera sur au moins 200 grains pour chaque fraction.

Pour le sable, cette détermination se fera par estimation
visuelle sur la fraction supérieure à 1 mm.

La proportion de surfaces arrondies par rapport à la
surface totale de chaque grain sera estimée.

Tabelle 6:

Zulässige Höchstmengen an nichtkubischen Körnern

Tableau 6:

Teneurs maximales admissibles en grains non cubiques

Kornform Forme du grain	Zulässige Höchstmenge in Zahl-% für jede einzelne Körnung Quantités maximales admissibles pour chaque fraction isolée en % du nombre de grains				
	Deckschichten aus Mischgut Typ S Couche de surface en enrobé type S		Deckschichten aus Mischgut Typ N und L Couche de surface en enrobé type N et L	Heissmisch- tragschichten Couche de support hydro- carbonée	Betonbeläge Revêtement de béton
	< 11 mm	> 11 mm			
nichtkubisch oder nichtkugelig non cubique ou non sphérique	35	40	45	45	45

Tabelle 7:

Zulässige Höchstmengen an teilweise runden und run-
den Körnern für Brechsand, Splitt und Schotter

Tableau 7:

Teneurs maximales admissibles en grains semi-arron-
dis et ronds des sables concassés, gravillons et pierres
concassées

Kornrundung Arrondi du grain	Zulässige Höchstmenge in Zahl-% für jede einzelne Körnung Quantités maximales admissibles pour chaque fraction isolée en % du nombre de grains				
	Deckschichten aus Mischgut Typ S Couche de surface en enrobé type S		Deckschichten aus Mischgut Typ N und L Couche de surface en enrobé type N et L	Heissmisch- tragschichten Couche de support hydro- carbonée	Betonbeläge Revêtement de béton
	< 11 mm	> 11 mm			
teilweise rund semi-concassé	20	25	33	—	—
rund rond	0	1	2	—	—

ANNEXE XII

November 1992

DK

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von
Gesteinskörnungen - Teil 6: Bestimmung der
Kornform - Plattigkeitskennzahl

Tests for geometrical properties of
aggregates - Part 6: Determination of
particle shape - Flakiness index

Essais pour déterminer les
caractéristiques géométriques des
granulats - Partie 6: Détermination de
la forme des granulats - Coefficient
d'aplatissement

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN Mitgliedern zur CEN-Umfrage
vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 154 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B - 1050 Brüssel

© CEN 1992 Das Copyright ist allen CEN-Mitgliedern vorbehalten.

Ref. Nr. prEN 933-6:1992 D

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/TC 154 "Gesteinskörnungen" ausgearbeitet. Sie wurde am vom Technischen Büro des CEN angenommen.

Diese Norm ist Teil einer Reihe von Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen. Prüfverfahren für andere Eigenschaften von Gesteinskörnungen werden in Teilen folgender Europäischer Normen behandelt:

- EN ... Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen¹⁾
- EN ... Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen¹⁾
- EN ... Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen¹⁾
- EN ... Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen¹⁾
- EN ... Prüfverfahren für Wasserbausteine¹⁾

Diese Norm ersetzt keine bestehende Europäische Norm.

¹⁾ in Vorbereitung

5 Prüfeinrichtungen

5.1 Analysensiebe mit Quadratlochöffnungen nach EN ...³⁾) mit den folgenden Öffnungsweiten:

80 - 63 - 50 - 40 - 31,5 - 25 - 20 - 16 - 12,5 - 10 - 8 - 6,3 - 5 und 4 mm.

5.2 Stabsiebe mit parallelen zylindrischen Stäben:

40 - 31,5 - 25 - 20 - 16 - 12,5 - 10 - 8 - 6,3 - 5 - 4 - 3,15 und 2,5 mm.

Für jeden Stab müssen die gebildeten Schlitzte die folgenden Bedingungen erfüllen:

- a) Nicht mehr als 10 % der Gesamtlänge der Schlitzweite darf um 0,25 mm von der Nennweite abweichen.
- b) An keinem Punkt der Schlitzte darf die Schlitzweite um mehr als 0,5 mm von der Nennweite abweichen.

5.3 Waage für die Bestimmung der Masse der Meßprobe auf $\pm 0,1$ %.

5.4 Umluftwärmekammer, temperaturgeregelt, zum Einstellen und Halten einer Temperatur von (110 ± 5) °C oder eine andere geeignete Einrichtung zum Trocknen der Gesteinskörnungen, die nicht zu Veränderungen der Korngrößen führt.

6 Vorbereitung der Meßproben

6.1 Herstellung der Meßprobe

Die Meßprobe muß nach EN ...⁴⁾) hergestellt werden.

Anmerkung: Die Masse der Meßprobe hängt vom Größtkorn und dessen Anteil ab.

Die Meßprobe muß den Grenzen für die Korngrößenbestimmung nach EN ...⁵⁾) entsprechen.

³⁾ EN ... Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil : Bestimmung der Korngrößenverteilung; Analysensiebe;
Nennöffnungsweiten (in Vorbereitung)

⁴⁾ EN ... Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil : Probenahmeverfahren (in Vorbereitung)

⁵⁾ EN ... Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil : Bestimmung der Korngrößenverteilung; Siebverfahren
(in Vorbereitung)

8 Berechnung und Auswertung

8.1 Berechnungen

Die Ergebnisse müssen in Prüfprotokollen aufgezeichnet werden, ein Beispiel siehe Bild 1. Die Masse aller Kornklassen d/D ist zu berechnen und als M1 anzugeben.

Die Masse des Durchgangs jeder Kornklasse d/D durch das entsprechende Stabsieb mit der Schlitzweite D/2 ist zu berechnen und als M2 anzugeben.

Die Gesamt-Plattigkeitskennzahl FI ist nach der Gleichung

$$FI = \frac{M2}{M1} \cdot 100 \quad (1)$$

zu berechnen.

Die Gesamt-Plattigkeit ist auf die nächste ganze Zahl gerundet anzugeben.

Die Plattigkeitskennzahl jeder Kornklasse ist, falls gefordert, zu berechnen nach

$$\frac{m_i}{R_i} \cdot 100 \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

m_i Masse des Durchgangs jeder Kornklasse d/D durch das in Tabelle 1 angegebene Stabsieb

R_i Masse jeder Kornklasse d/D in g

8.2 Gültigkeit der Ergebnisse

Wenn die Summe der Masse R_i um mehr als 1 % von der Masse M_0 (siehe Abschnitt 6.2) abweicht, muß die Prüfung wiederholt werden.

9 Prüfbericht

Der Prüfbericht muß die Angaben nach Abschnitt 9.1 und darf die Angaben nach Abschnitt 9.2 enthalten.

9.1 Erforderliche Angaben

- Hinweis auf diese Europäische Norm
- Bezeichnung der Probe
- Kennzeichnung des Laboratoriums
- Trockenmasse der untersuchten Probe
- Gesamtplattigkeitskennzahl auf nächste ganze Zahl gerundet
- Datum der Prüfung

CEN

ENQUIRY

ON DRAFT EUROPEAN STANDARD prEN 933-6

Deadline for replies: 1993-05-02

Title of prEN:

Tests for geometrical properties of aggregates - Part 6: Determination of
particle shape - Flakiness index

Originator CEN/TC 154

Secretariat: BSI

Work item: 00154013

Reply by:

(Name of country)

	YES	NO
Possible agreement as EN		
*1) Comments of editorial nature		
*1) Comments of technical nature		
*1) National legislative/administrative deviations		
*1) National technical/economic deviations		

Place and date:

Signature :

*1) to be stated in full details in an annex

After completion, please return this form to the secretariat of the originating Technical Committee with
a copy to the Central Secretariat.

SP
FRIDA

ANNEXE XIII

CEN

B/502/6

Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Document CEN/TC/154/SC6

N137E

To all Participating Members of
CEN/TC154/SC6 - Test Methods

To the Convenors of CEN/TC154
Task Groups 5, 6, 7, 8 and 9

British Standards Institution
Secretariat of CEN/TC/154/SC6

Our telex/ref CENTC154/SC6

Date October 1991

DRAFT SIMPLIFIED METHOD FOR DESCRIPTION
AND PETROGRAPHY
SUBMITTED TO SC6 FOR APPROVAL IN NOVEMBER 1991

BACMI Ltd
156 Buckingham Palace Road
London SW1W 9TR

Tel: 071 730 8194
Fax: 071 730 4355

91/ 16946

1. SCOPE

This standard outlines basic procedures for the petrographic examination of aggregates and provides a simplified nomenclature for rocks used for aggregates purposes.

It is assumed that the examination will be carried out by a qualified geologist (petrographer), with experience of materials used in civil engineering.

2. FIELD OF APPLICATION

This standard shall be used only for natural aggregates: sand and gravel or crushed rock aggregate, as well as their source materials.

3. DEFINITIONS

Rocks may be classified into three major divisions, according to their origin: igneous, sedimentary, and metamorphic.

- 1) **Igneous rocks** : formed from molten rock emplaced either at, or below the earth's surface. The latter may be divided into two classes, plutonic and hypabyssal. Plutonic rocks are formed at depth in large bodies and typically have a coarse crystalline texture, with crystals clearly visible to the naked eye. Hypabyssal rocks are formed in smaller bodies near, but not at, the earth's surface and have a fine crystalline texture. Extrusive or volcanic rocks are formed as lavas at the earth's surface and have a very fine or glassy texture.
- 2) **Sedimentary rocks**: formed at the earth's surface by the accumulation, or precipitation, of the products of weathering and erosion of existing rocks. Such accumulated material may remain unconsolidated or it may be lithified into rock. Sedimentary rocks are usually layered.
- 3) **Metamorphic rocks**: formed from pre-existing rocks by the action of heat and/or pressure in the earth's crust, which has caused mineralogical and structural transformations. Metamorphic rocks have frequently anisotropic texture.

Some physical properties, like density or ultrasonic velocity, might also be usefully determined.

Otherwise the description will include comments on the following:

- grain size of the main constituents, texture, anisotropy, porosity, colour.
- mineralogical composition (quartz, feldspars, calcite, dolomite, etc.) and approximate determination of their respective proportions.
- presence, even in small quantities, of some possibly deleterious constituents such as opal, micas or other sheet silicates, sulphates, iron sulphides, etc.
- weathering state.

Nomenclature:

From the above inspection, it should be possible to give an appropriate name to the rock, preferably selected from the nomenclature given in Annex 1.

7. DESCRIPTION OF AN AGGREGATE SAMPLE

Aggregates derived from natural deposits consist mainly of:

- mineral particles
- rock fragments.

The method of description and the nomenclature that follows shall be used only for particle sizes between 0,1 and 90 mm.

The composition of granular material often varies between size fractions. Hence, before carrying out the examination, it may be necessary to divide the aggregate into closely sized fractions (e. g.: 2/4 mm; 4/8 mm; 8/14 mm; etc.), which can be examined separately. Then it is also possible to estimate the proportions of constituents by counting the particles in size fractions.

Examination:

The description of the sample (or grain size fraction) shall include:

- brief information about the shape, surface conditions (roughness,...), and roundness of particles,

8. EXAMINATION REPORT

The report shall include:

- essential data needed to identify the sample,
- the petrographic description of the different rock types (massive rock) or size fractions (granular material),
- geological information on source, i.e. on sample origin :

The type of formation, in the case of a sand and gravel deposit. The deposit will be characterised as alluvium, beach deposit, slope scree, till,...

In the case of quaternary alluvial formations, the name of the corresponding river will be given.

The geological age , in the case of sedimentary or volcanic formations, should be given if known, using one of the following terms :

Precambrian

Cambrian, Ordovician, Silurian, Devonian, Carboniferous, Permian

Triassic, Jurassic, Cretaceous

Tertiary

Quaternary.

ANNEX 1

The following nomenclature is intended to provide a list of simple petrographic terms applicable to most types of rock used for aggregates. The definitions are given only for information.

1 - Igneous rocks

1-1 - Plutonic igneous rocks :

Granite: a light coloured rock containing alkali feldspars, quartz (at least 2/10), together with mica (biotite and/or muscovite).

Syenite: a light coloured rock, frequently resembling granite, containing alkali feldspars (typically more than 6/10) and ferro-magnesian minerals (hornblende, biotite,...); minor amount of nepheline or quartz, but not both, may be present.

Granodiorite: a rock intermediate in composition between granite and diorite.

Diorite: a rock chemically intermediate between granite and gabbro, containing plagioclase feldspar, hornblende, and occasionally biotite and pyroxene; the quartz is normally lacking.

Gabbro: a dark coloured rock containing calcium-rich feldspar and pyroxene, occasionally with olivine, biotite or hornblende.

1-2 - Hypabyssal igneous rocks

Hypabyssal rocks are finer grained than their plutonic equivalents and are commonly distinguished by use of the prefix "micro" before the appropriate plutonic rock name; hence the terms microgranite, microdiorite, etc. The two following terms are important exceptions as aggregates:

Dolerite: a fine grained equivalent of gabbro typically composed of calcium-rich feldspar, pyroxene and occasionally iron oxides: it is dark in colour and dense.

Conglomerate: a rock composed of round detrital particles (rock fragments, quartz, ...) which are predominantly larger than 2 mm, and cemented by silica, calcite, etc.

Breccia: a conglomerate consisting of angular rock fragments.

Arkose: a type of sandstone containing over 1/4 of feldspar grains.

Greywacke: an imprecisely defined type of well indurated, usually dark coloured sandstone, typically consisting of angular, sand sized particles of rock fragments, feldspar and quartz, together with 2/10 or more of clayey matrix.

Quartzite: a sandstone containing at least 9/10 of quartz grains solidly cemented by silica, often referred to as orthoquartzite (as distinct from metaquartzite, the metamorphic equivalent).

2-2 - Chemical and biogenic rocks :

Limestone: a rock consisting predominantly of calcium carbonate (Ca CO_3).

∞ Chalk is a very fine grained Cretaceous limestone, usually white.

Dolomite: a rock consisting predominantly of the mineral dolomite : $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Chert: cryptocrystalline or microcrystalline silica, typically originating as nodules or layers in limestone. Flint is a chert originating in Cretaceous chalk.

3 - Metamorphic rocks

Amphibolite: a rock composed mainly of hornblende, together with some feldspar and minor minerals, usually grey to dark green in colour.

Gneiss: a widespread rock type with a characteristic banded or lenticular structure, consisting essentially of quartz, feldspar, and mica, together with amphibole or pyroxene.

Granulite : a fine grained rock containing quartz, feldspar, pyroxene (hypersthene) and garnet.

Hornfels: a usually very hard rock produced by action of heat from an adjacent igneous magma, having equidimensional mineral grains without preferred orientation.

ANNEXE XIV



Sand, Kies, Splitt und Schotter für Beläge

Qualitätsvorschriften

INHALT

A. Allgemeines	Seite 2
1. Gegenstand und Geltungsbereich	
2. Gewinnung und Herstellung	
B. Begriffe	Seite 3
3. Rundsand, Brechsand, Kies, Splitt, Schotter, Mischsand, Mischkies und Kiessand	
4. Bezeichnung der Körnungen	
5. Härte	
6. Verunreinigungen	
7. Kornform	
8. Kornrundung	
9. Zertrümmerungsgrad	
10. Los Angeles-Koeffizient	
11. Polierwiderstand	
C. Anforderungen	Seite 5
12. Petrographische Beschaffenheit	
13. Härte	
14. Korngrößenverteilung	
15. Verunreinigungen	
16. Kornform und Kornrundung	
17. Zertrümmerungsgrad	
18. Los Angeles-Koeffizient	
19. Polierwiderstand	
D. Kontrolle	Seite 14
20. Eignungsnachweis	
21. Routineuntersuchungen	
22. Gleichmässigkeit	
Literaturverzeichnis	Seite 15
23. Schweizer Normen SN	
24. Ausländische Normen	

Sables, graviers, gravillons et pierres concassées pour revêtements

Prescriptions de qualité

TABLES DES MATIERES

A. Généralités	page 2
1. Objet et domaine d'application	
2. Extraction et fabrication	
B. Définitions	page 3
3. Sables roulés, sables concassés, graviers, gravillons, pierres concassées, sables et graviers semi-cassés et graves	
4. Désignation des fractions granulométriques	
5. Dureté	
6. Impuretés	
7. Forme du grain	
8. Arrondi du grain	
9. Degré d'écrasement	
10. Coefficient Los Angeles	
11. Résistance au polissage	
C. Exigences	page 5
12. Pétrographie	
13. Dureté	
14. Granulométrie	
15. Impuretés	
16. Forme et arrondi du grain	
17. Degré d'écrasement	
18. Coefficient Los Angeles	
19. Résistance au polissage	
D. Contrôle	page 14
20. Examen de qualification	
21. Contrôles de routine	
22. Régularité	
Bibliographie	page 15
23. Normes suisses SN	
24. Normes étrangères	

