

136 021 045 \$

174863  
-941-73  
(2).

UNIVERSITE DE NANCY

FACULTE DES SCIENCES

NANCY-54



EXCLU DUFAR

MEMOIRE PRESENTE  
A L' U.E.R. DES SCIENCES DE NANCY  
POUR L'OBTENTION DU  
DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES DE SCIENCES  
par JEAN-YVES DOUARD

Caractéristiques géotechniques de quelques formations  
du Trias et du Lias Lorrains.

2e sujet

Soutenu le 30 OCTOBRE 1973 devant la commission d'examen

MM HILLY	Président
HOUPERT	Rapporteur
TOURET	Examinateur
CAUSERO	Invité

Cette synthèse géotechnique des terrains lorrains a été, réalisée à partir des essais de laboratoire effectués par le Laboratoire Régional de l'Équipement de NANCY.

Les grands projets affectant les formations du Lias et du Trias lorrains sont les projets autoroutiers de NANCY-METZ (A.31) pour le Lias, les liaisons METZ-SARREBRUCK (A.32) et St AVOLD-PHALSBOURG (A.34) pour le Trias.

Les caractéristiques attribuées à ces couches ont été obtenues à partir des études géotechniques réalisées sur ces zones, mais aussi à partir de quelques études particulières intéressants de petites liaisons routières ou des ouvrages d'art.

Les types d'essais pris en considération sont essentiellement des essais géotechniques à l'exclusion des essais de mécanique des sols.

Ont été retenus :

- la teneur en eau naturelle  $W_n$
- les limites d'Atterberg :
  - . limite de liquidité  $W_l$
  - . limite de plasticité  $W_p$
  - . indice de plasticité  $I_p = W_l - W_p$permettant d'apprécier la plasticité des sols fins
- l'indice de consistance  $I_c = \frac{W_l - W_n}{I_p}$
- le poids spécifique apparent  $\gamma_h - \gamma_d$
- l'analyse granulométrique ou le passing à  $80\mu$
- la teneur en  $CO_3 Ca$
- l'essai d'équivalent de sable ES piston et ES visuel, sur les sols sableux
- l'essai de compression simple pour évaluer le degré de compacité des matériaux raides.

.../...

Ces essais ont permis de classer les sols en deux grandes catégories :

- d'une part, les sols fins dont plus de 50% des éléments sont inférieurs à 80 $\mu$
- d'autre part, les sols grenus ayant moins de 50% d'éléments inférieurs à 80 $\mu$ .

Cette coupure à 80 $\mu$  correspond à la limite inférieure des dimensions des mailles de tamis, elle satisfait aux critères de la classification L.P.C.

De plus, nous présentons les possibilités de réutilisation en remblai d'un certain nombre d'horizons. Ces conditions idéales de mise en œuvre ont été déterminées à partir d'essais Proctor-Normal teneur en eau optimale. - W opt et densité sèche maximum .

.../...

AALENIEN Nancy 54

L'aalénien présente une puissance de 10 à 12m. C'est le niveau du minerai de fer oolithique exploité au pied des cotes du Bajocien.

Ces calcaires ferrugineux peuvent être considérés comme des horizons compacts

$W_n = 13 \text{ à } 16\%$        $\gamma_h = 2,4 \text{ à } 2,6.$

.../...

TOARCIEN / Champigneulles 54

Le toarcien est un ensemble essentiellement argileux dont l'épaisseur varie entre 50 et 100m.

Il montre de haut en bas, une dizaine de mètres de grès argileux micacés "Grès Supraliasiques" passant à des argiles et marnes plus ou moins sableuses micacées avec nodules calcaires et septarias.

La base de l'étage est marquée par une masse de 15 à 20m d'épaisseur appelée les "Schistes Cartons" qui sont un niveau d'argile et marne papyracées pétroligènes.

Les caractéristiques géotechniques de ces différents horizons sont les suivantes :

1) - GRES SUPRALIASIQUES

2) - ARGILES ET MARNES

a) Couches superficielles profondeur inférieure à 15m

-  $15 < W_n < 30\%$   $W_n$  moyen = 22 %

-  $35 < W_l < 51$   $W_l$  moyen = 43

-  $16 < W_p < 26$   $W_p$  moyen = 21

-  $14 < I_p < 28$   $I_p$  moyen = 22

$I_c$  moyen = 0,90

-  $2,04 < \gamma_h < 2,40$   $\gamma_h$  moyen = 2,10

-  $3,5 < CO_3 Ca < 18\%$  %  $CO_3 Ca$  moyen = 8,4%

-  $0,5 < R_c < 12$  bars  $R_c$  moyen = 2,7 bars

- Classification LPC argile peu plastique Ap

.../...

b) Couches profondes profondeur supérieure à 15m

$9 < W_n < 20\%$        $W_n \text{ moyen} = 14\%$

$I_c = 1,3$

$- 2,06 < \gamma_h < 2,56$        $\gamma_h \text{ moyen} = 2,20$

$- \% \text{ CO}_3 \text{ Ca}$        $\text{moyen} = 9\%$

$- 5 < R_c < 25 \text{ bars}$        $R_c \text{ moyen} = 10 \text{ bars}$

3) - SCHISTES CARTONS Champigneulle 54 - Thionville 57

a) Schistes cartons décomposés

$- 10 < W_n < 40\%$

$- 1,69 < \gamma_d < 1,85$        $\gamma_d \text{ moyen} = 1,80$

$50 < W_l < 60$        $W_l \text{ moyen} = 55$

$- 19 < W_p < 30$        $W_p \text{ moyen} = 25$

$- 2I < I_p < 4I$        $I_p \text{ moyen} = 30$

$- I < R_c < 5 \text{ bars}$        $R_c \text{ moyen} = 2 \text{ bars}$

Classification LPC      Argile très plastique At

b) Schistes cartons altérés

$- W_n < 15\%$        $W_n \text{ moyen} = 12,5\%$

$- \gamma_d > 1,80$        $\gamma_d \text{ moyen} = 1,90$

$- I_2 < R_c < 75 \text{ bars}$

c) Schistes cartons sains

$- W_n = 10 \text{ à } 12 \%$

$- \gamma_d \text{ moyen} = 1,80$

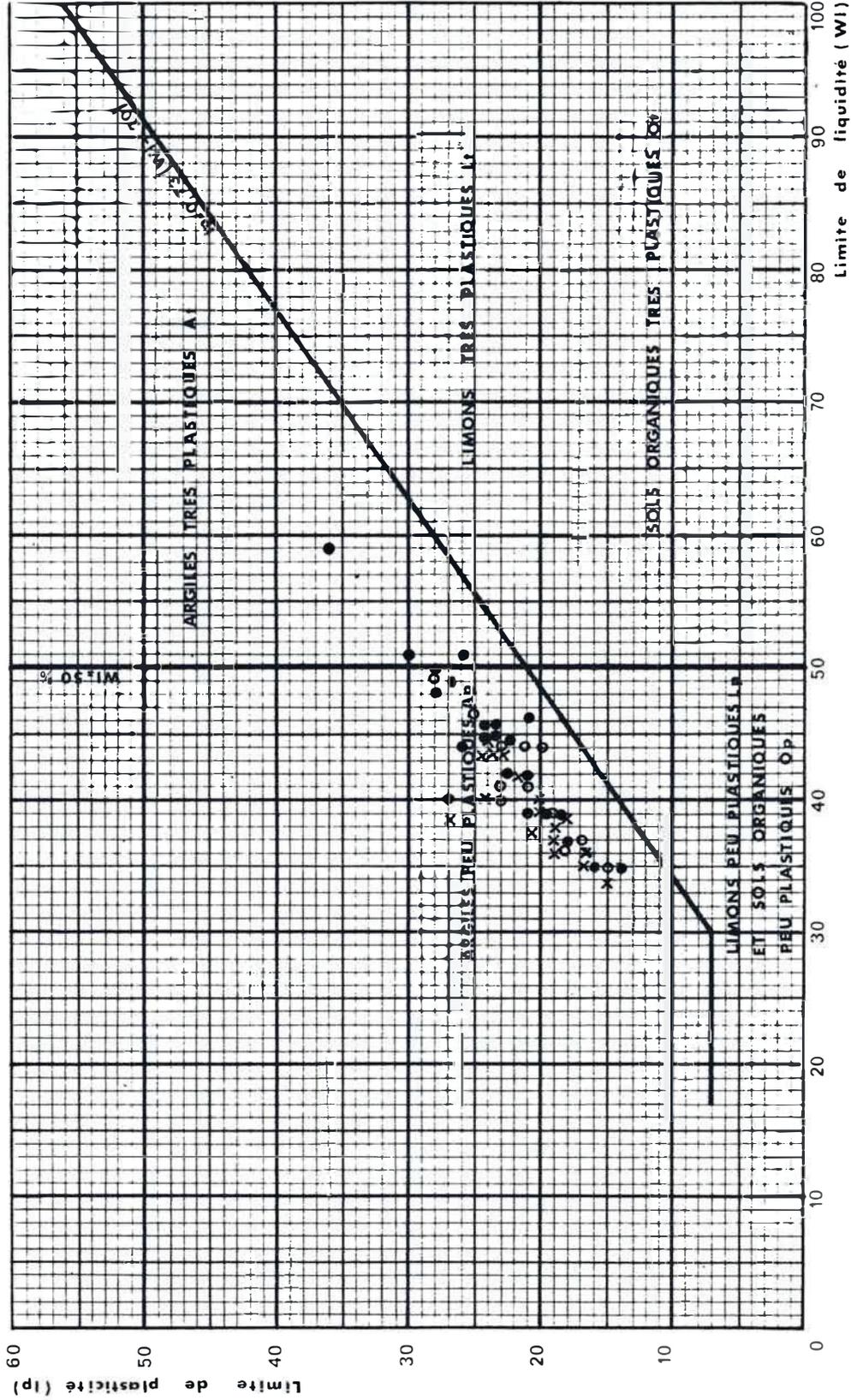
$- R_c \text{ moyen} = 150 \text{ bars.}$

.../...

# DIAGRAMME DE PLASTICITE

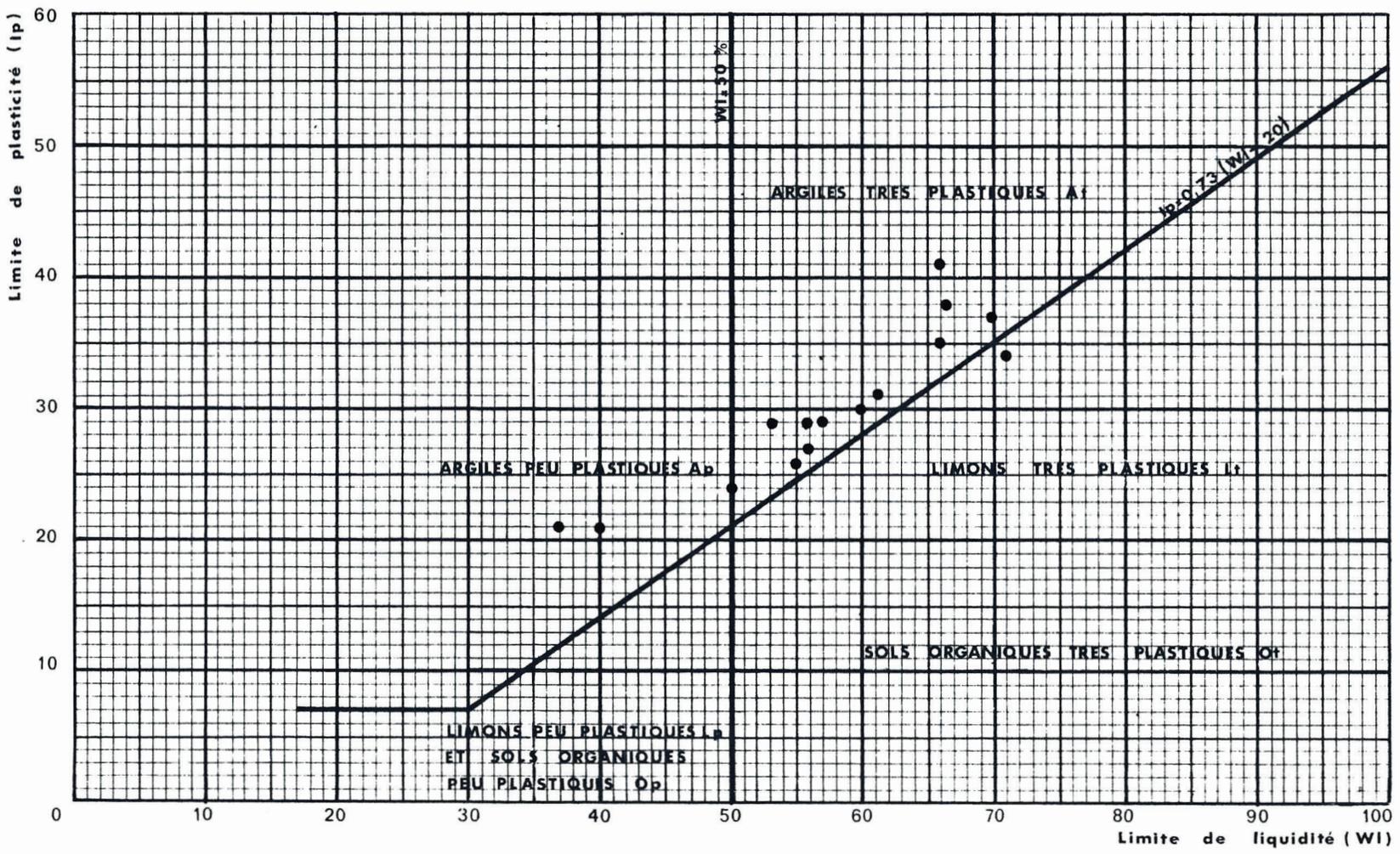
Marnes micacées

- Champigneulle -54
- Maxéville -54
- × Custines -54



# DIAGRAMME DE PLASTICITE

TOARCIEN  
Schistes cartons altérés  
THIONVILLE - 57



CHARMOUTHEN 7 Atton - Lesmenil 54

Le Charmouthien est constitué de haut en bas :

- par un massif de grès argileux, plus ou moins calcaire fossilifère épais d'une quinzaine de mètres d'épaisseur.

Ce sont les grès médioliasiques du Domerien Supérieur.

- puis par une formation argileuse de 50 à 100m d'épaisseur correspondant aux argiles à Amaltheus Margaritatus.

Ce sont des argiles et marnes gris-bleues à nodules calcaires avec fossiles pyriteux et ammonites.

- enfin, la base du Charmouthien est caractérisée par un horizon repère constitué par un calcaire marneux brun-rouille riche en Bélemnites dont l'épaisseur varie entre 1 et 2,5m.

Les caractéristiques géotechniques de ces différents niveaux sont les suivantes :

1) - GRES MEDIOLIASIQUES

- $W_n$  moyen = 9%             $\gamma_h$  = 2,36
- $R_c$  moyen = 50 bars.

2) - ARGILES A AMALTHEES

a) Couches superficielles profondeur inférieure à 5m

- $16 < W_n < 36\%$              $W_n$  moyen = 20%
- $50 < W_l < 70$              $W_l$  moyen = 60
- $28 < W_p < 34$              $W_p$  moyen = 30
- $22 < I_p < 36$              $I_p$  moyen = 30
- $0,8 < I_c < 1$              $I_c$  moyen = 0,96

Classification LPC Argile très plastique At

- $1,5 < R_c < 5,5$ bars         $R_c$  moyen = 3 bars
- Essais Proctor Normal    teneur en eau optimum = 16 %  
   densité sèche maximum = 1,61

b) Couches profondes

- $I_0 < W_n < I_7\%$        $W_n$  moyen = 13,5%
- $42 < W_l < 55$        $W_l$  moyen = 49
- $I_6 < W_p < 27$        $W_p$  moyen = 23
- $I_9 < I_p < 34$        $I_p$  moyen = 26
- $I < I_c < I,4$        $I_c$  moyen = 1,3
- Classification LPC Argile moyennement plastique Ap-At
- $9,5 < CO_3Ca < 14,5 \%$       %  $CO_3Ca$  moyen = 12,5
- $I < R_c < 20$  bars       $R_c$  moyen = 5,7 bars.

On peut noter une diminution sensible de la plasticité avec la profondeur.

Les couches superficielles constituées d'argile de consistance moyenne à moyennement compacte  $0,8 < I_c < I$  sont nettement plus plastiques que les argiles raides surconsolidées  $I < I_c < I,4$  rencontrées au delà de 5m de profondeur.

.. / ...



SINEMURIEN 7 Metz 57

La formation des calcaires marneux du Sinémurien se compose du point de vue lithologique de bancs de calcaires à gryphées et de marnes. L'épaisseur des bancs varie de 5 à 40cm. Le faciès lorrain de cette formation se caractérise par l'abondance des marnes.

L'épaisseur de la formation est voisine de 55m, la série est limitée vers le sommet par les marnes sableuses du Lotharingien et à la base par les argiles de Levallois. Le pendage des couches est de l'ordre de 1 à 2° dans le sens Est-Ouest; quelques petites failles affectent la formation.

Du point de vue hydrogéologique, les niveaux calcaires constituent de nombreux niveaux aquifères qui alimentent des sources.

Les caractéristiques géotechniques des matériaux sont les suivantes

1) - LIMON ARGILEUX brun et argile bariolée avec blocailles (Ap-At) profondeur 0 à 2m

-  $W_n > 20\%$        $W_l \approx 50$        $I_p > 25$        $I_c = 0,8 \text{ à } 0,9$

2) - MARNE ALTEREE jaune et bariolée (Ap) profondeur 2 à 4,00m

-  $15,5 < W_n < 25\%$        $W_n \text{ moyen} = 18,5\%$

-  $33 < W_l < 55$        $W_l \text{ moyen} = 45$

-  $16 < I_p < 32$        $I_p \text{ moyen} = 22$

$I_c \text{ moyen} = 1,1$

3) - MARNE SCHISTEUSE grise feuilletée et compacte (Ap) profondeur >4,

-  $10,5 < W_n < 18\%$        $W_n \text{ moyen} = 15\%$

-  $28 < W_l < 45$        $\text{moyenne} = 37$

-  $14 < I_p < 27$        $\text{moyenne} = 19$

$I_c \text{ moyen} = 1,15$

On a pu remarquer sur quelques points, que  $W_l$  et  $I_p$  augmentent avec un abaissement de la teneur en carbonate.

En ce qui concerne les bancs calcaires, leur résistance à la compression simple varie de 35 à 510 bars.

Les conditions de réutilisation en remblai déterminées par les courbes Proctor sur des matériaux moyennement plastiques

$$- W_l = 40,5 \quad W_p = 19 \quad I_p = 11,5$$

$$\text{Sont : } - 13,5 < W_{opt} < 17\% \quad W_{opt} \text{ moyen} = 14,9\%$$

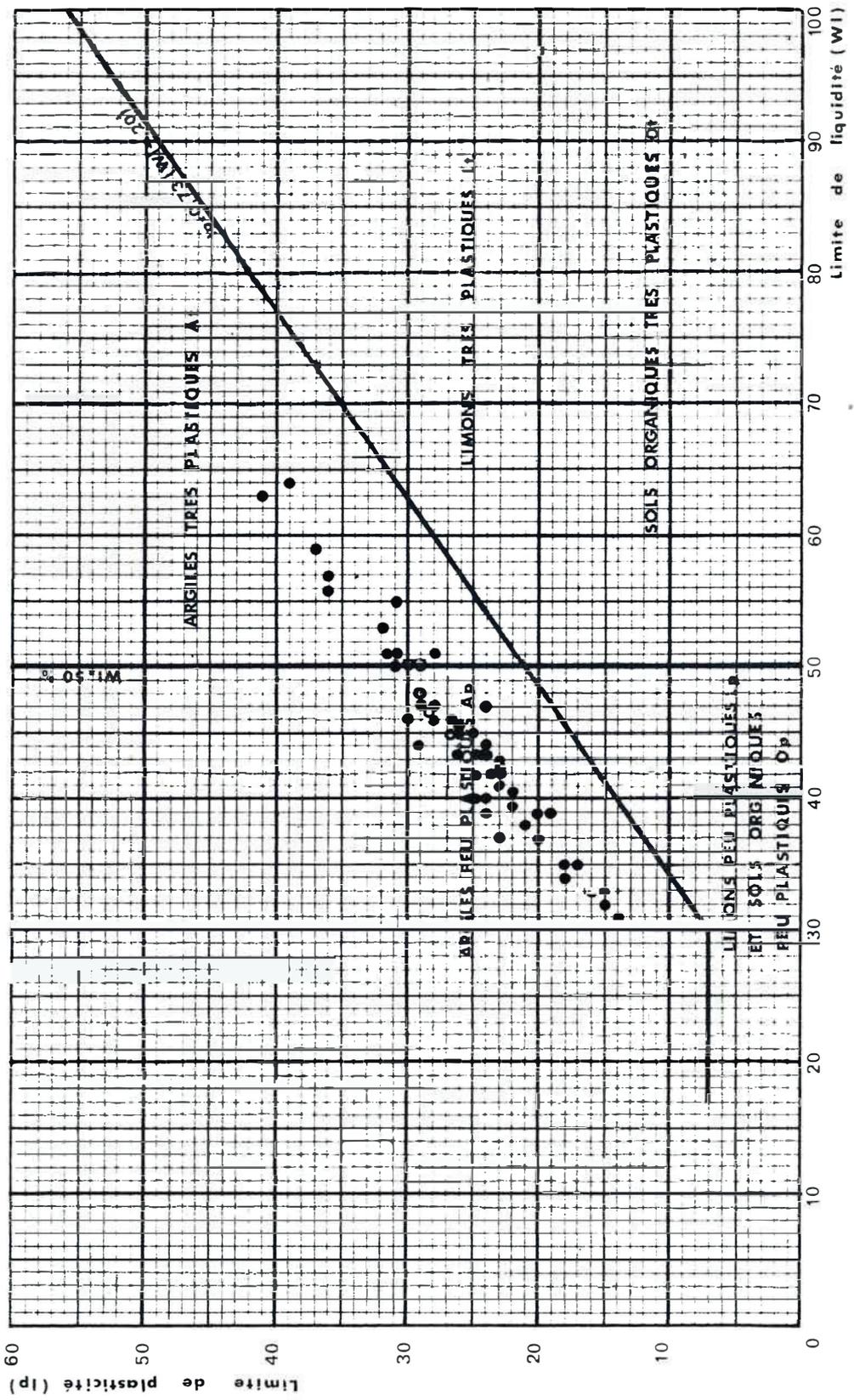
$$- 1,75 < \gamma_d \text{ maximum } 1,9 \quad \gamma_d \text{ maximum moyen} = 1,83$$

.../...

# D I A G R A M M E D E P L A S T I C I T E

Calcaire  
à Gryphus arcuata  
M12 LES EYANUS - 57

- Argile marneuse altérée
- jaune profondeur < 40cm
- Limon brun



RHÉTIEN / Les Etangs 57

La formation des grès Rhétiens présente 30 à 40m de sables et de grès à grain fin de teinte claire micacé passant localement à des argiles schisteuses noires plus ou moins sableuses (pélites).

Elle est limitée à la base par les marnes dolomitiques du Keuper Supérieur au sommet par les argiles de Levallois.

Le pendage des couches est de I à 2° Ouest.

A) - Les caractéristiques géotechniques des matériaux sont les suivantes :

1) Limon et argile sableuse de la couche superficielle provenant de l'altération des grès argileux et argile schisteuse (SA - Ap) 0 à 3m

- $W_n \approx 20\%$        $29 < W_l < 49$        $I_4 < I_p < 29$
- passing à  $80\mu$  compris entre 33 et 53%
- passing à 0,4mm compris entre 95 et 98%.

2) Argile schisteuse noire (pélites) (At)

- $I_9 < W_n < 33\%$        $45 < W_l < 67$        $25 < I_p < 40$

3) Mélange de schiste et de grès ou de schiste altéré et de sable (Ap ou Ap-At)

- $20 < W_n < 27\%$        $4I < W_l < 56$        $23 < I_p < 3I$
- passing à  $80\mu$  compris entre 66 et 94%
- passing à 0,4mm compris entre 90 et 100%.

4) Sable et grès

Ce sont des grès propres compacts à friable. Classé sable propre mal gradué (Sm) ou des grès propres avec quelques veines d'argile, classés sable limoneux (SL).

.../...

Les différentes catégories sont les suivantes

- Couche de surface classé Ap ou sable limono-argileux SL-SA

passing à 80 $\mu$  compris entre 30 et 50%

Wn > 20%

- Sable limoneux SL

15 < Wn < 20%

passing à 80 $\mu$  compris entre 10 et 35% moyenne = 24%

équivalent de sable piston = 22

visuel = 23

Sable limoneux à propre St-Sm

Wn  $\approx$  16%

passing à 80 $\mu$   $\approx$  7%

équivalent de sable piston = 28,5

visuel = 34,5.

B) - Réutilisation en remblai

Avec les caractéristiques moyennes des matériaux gréseux suivants

Es piston = 14

visuel = 28.

Les conditions de réutilisation en remblai déterminées par les courbes Proctor sont

II < W opt < 16,5      W opt moyen = 13,1%

1,62 <  $\gamma_d$  maximum < 1,82       $\gamma_d$  maximum moyen = 1,71

.../...

C) - Réutilisation en remblai des argiles schisteuses

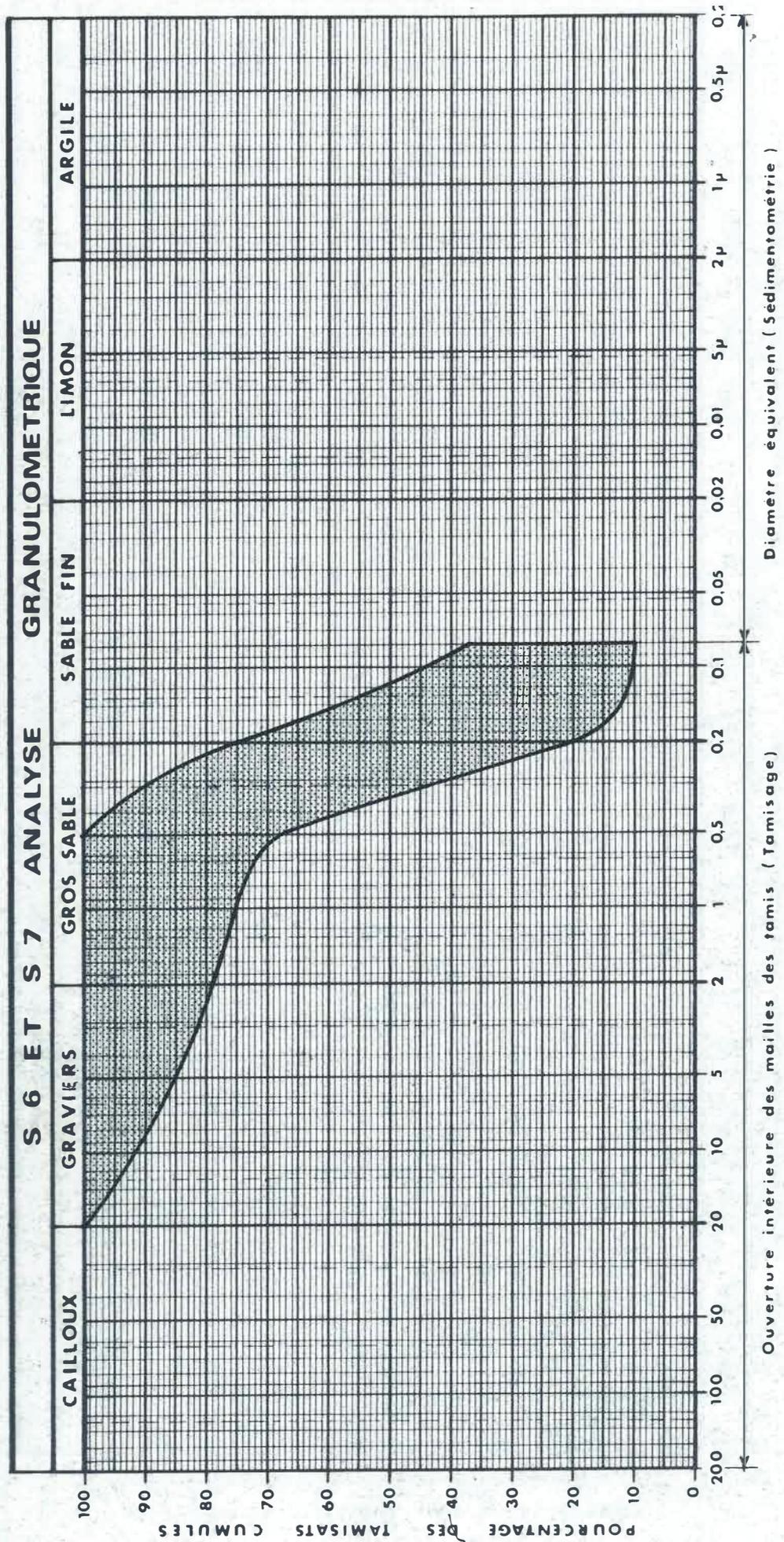
Avec les caractéristiques géotechniques du matériau suivant :

- $11 < W_n < 28\%$
- $35 < W_l < 50$        $W_l \text{ moyen} = 42$
- $20 < W_p < 26$        $W_p \text{ moyen} = 23,5$
- $17 < I_p < 22$        $I_p \text{ moyen} = 18,5.$

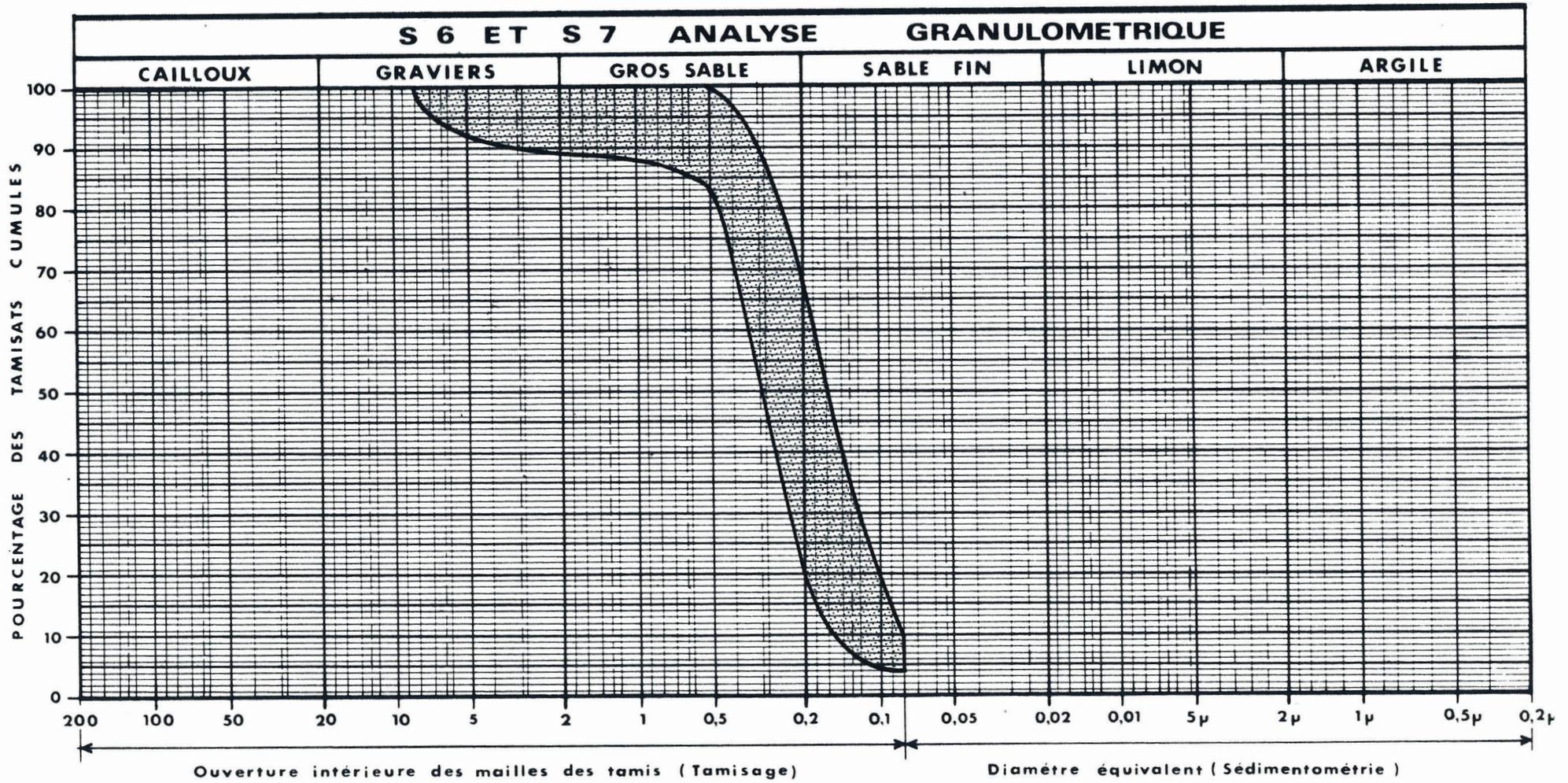
Les conditions de réutilisation sont :

- $15 < W_{opt} < 20,5\%$        $W_{opt} \text{ moyen} = 17,7\%$
- $1,53 < \gamma_d \text{ maximum} < 1,72$        $\gamma_d \text{ maximum moyen} = 1,67.$

Fuseau granulométrique  
Sable limoneux SL  
passing à 60µ > 10%



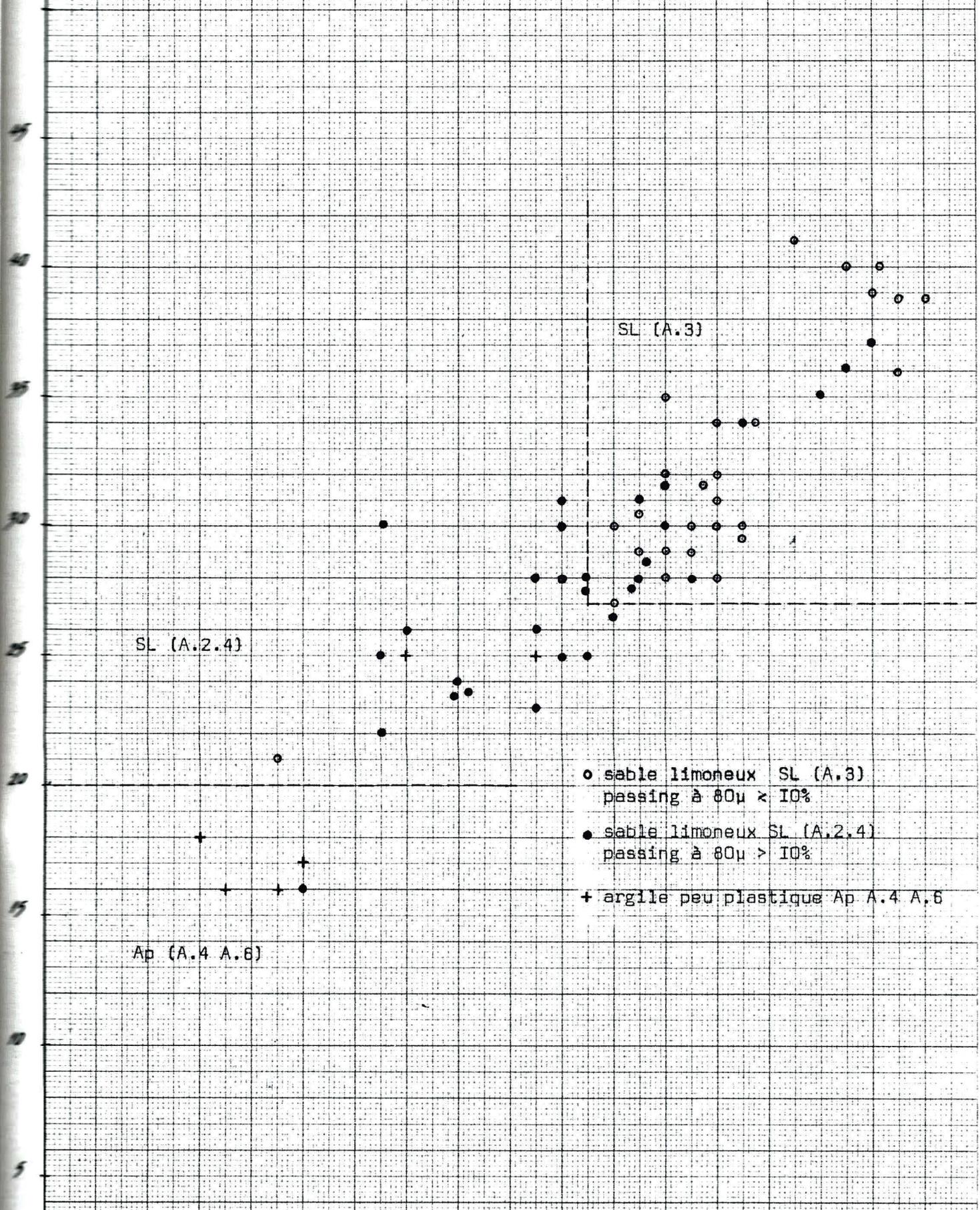
Fuseau granulométrique  
Sable limoneux SL - Sm  
passing à  $80\mu < 10\%$



Equivalent  
de sable  
visuel

CORRELATION ENTRE L'EQUIVALENT DE SABLE VISUEL  
ET L'EQUIVALENT DE SABLE PISTON

RHETIEN  
Grès  
LANDONVILLERS  
- 57



SL (A.2.4)

SL (A.3)

Ap (A.4 A.6)

- sable limoneux SL (A.3)  
passing à 80 $\mu$   $\approx$  10%
- sable limoneux SL (A.2.4)  
passing à 80 $\mu$   $>$  10%
- + argile peu plastique Ap A.4 A.6

Equivalent  
de sable  
normal

KEUPER SUPERIEUR 7 Pontigny 57

Le Keuper Supérieur est constitué par 35m de marnes dolomitiques verte et rouge lie de vin avec niveaux dolomitiques compacts intercalés de 10 à 50cm d'épaisseur, reposant sur des marnes rouges à gypse.

Il est limité à la base par la formation des grès Rhétiens. Un nombre important de petites failles affecte cette couche et amène quelques modifications dans le régime d'écoulement des nappes essentiellement situées dans les niveaux les plus dolomitiques.

A) - Caractéristiques géotechniques

La nature des sols rencontrés est la suivante :

1) Argile limoneuse verte humide, remaniée qui constitue la découverte sur 0,50 à 2m d'épaisseur (Ap - At) ou (At)

- $18 < W_n < 26\%$        $W_n \text{ moyen} = 23\%$        $0,68 < I_c < 1,1$
- $45 < W_l < 63$
- $27 < I_p < 35$
- $I_c \text{ moyen} = 0,91$
- teneur en carbonate  $CO_3 Ca = 5 \text{ à } 20\%$ .

2) Marne, marne dolomitique fissurée (Ap), ou (Ap-At) profondeur entre 1,5 et 3,00m

- $6,5 < W_n < 18\%$        $W_n \text{ moyen} = 12\%$        $1,03 < I_c < \text{moyen}$        $1,$
- $35 < W_l < 58$        $W_l \text{ moyen} = 48$
- $18 < I_p < 32$        $I_p \text{ moyen} = 25$
- $I_c \text{ moyen} = 1,2$
- teneur en carbonate  $CO_3 Ca = 30 \text{ à } 70\%$ .

3) Marne et marne dolomitique compacte (Ap) profondeur 3,00m

- $6,5 < W_n < 12\%$        $W_n \text{ moyen} = 9\%$        $1,1 < I_c < 1,7$
- $25 < W_l < 50$        $W_l \text{ moyen} = 40$
- $10 < I_p < 30$        $I_p \text{ moyen} = 20$
- $I_c \text{ moyen} = 1,38$

.../...

B) - Réutilisation en remblai

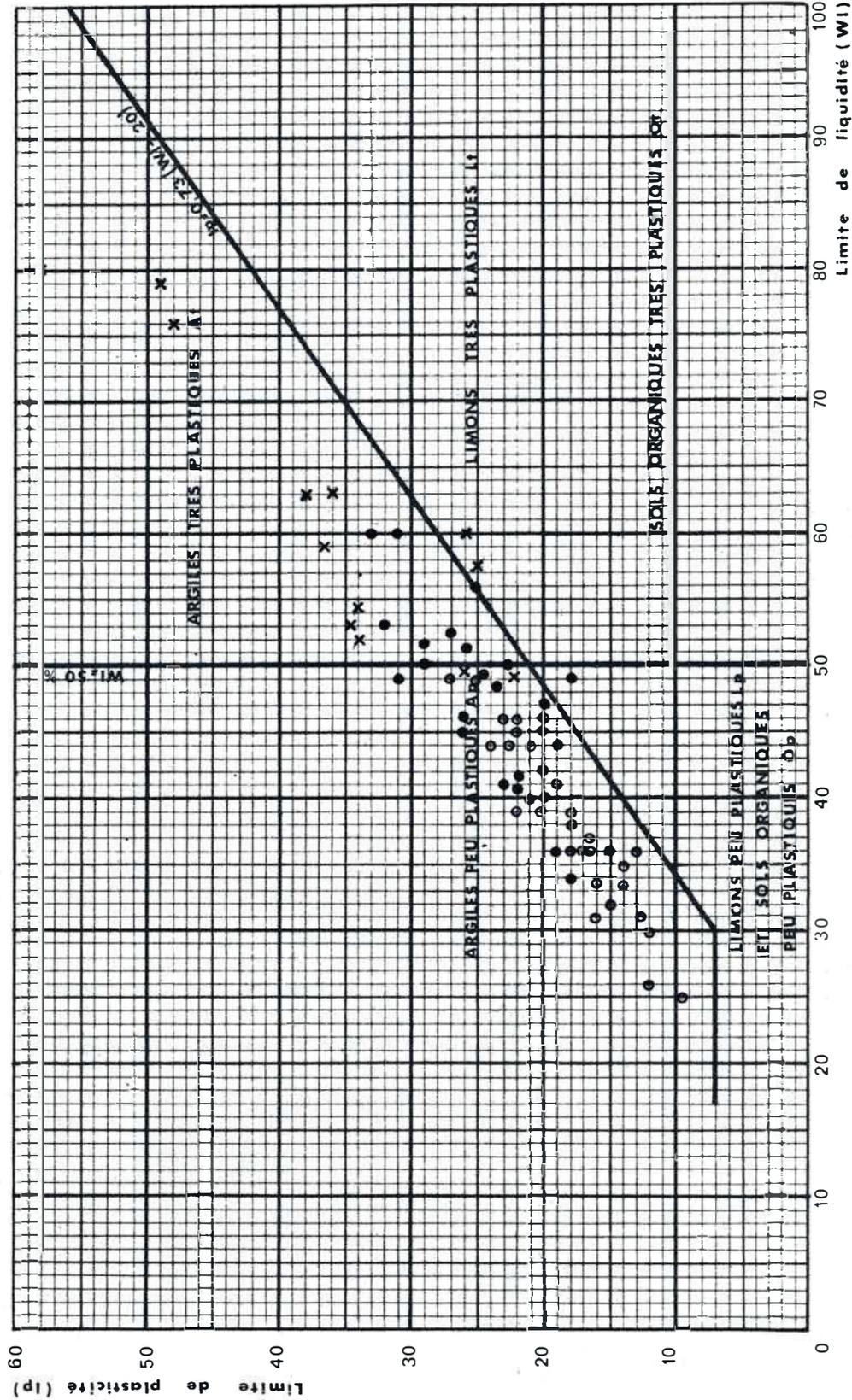
Avec les caractéristiques moyennes suivantes

-  $W_l = 40$        $W_p = 23,4$        $I_p = 16,5$

Les conditions optimales de mise en oeuvre sont

-  $W_{opt} = 12,5\%$   
-  $\gamma_d \text{ maximum} = 1,9$

.../...



- x Argile marneuse très altérée profonde < 1,50m
- Argile marneuse altérée 1,50 < profondeur < 3,00m
- o Marné et marne dolomitique profonde < 3,00m

KEUPER INFÉRIEUR 7 Puttelange (57)

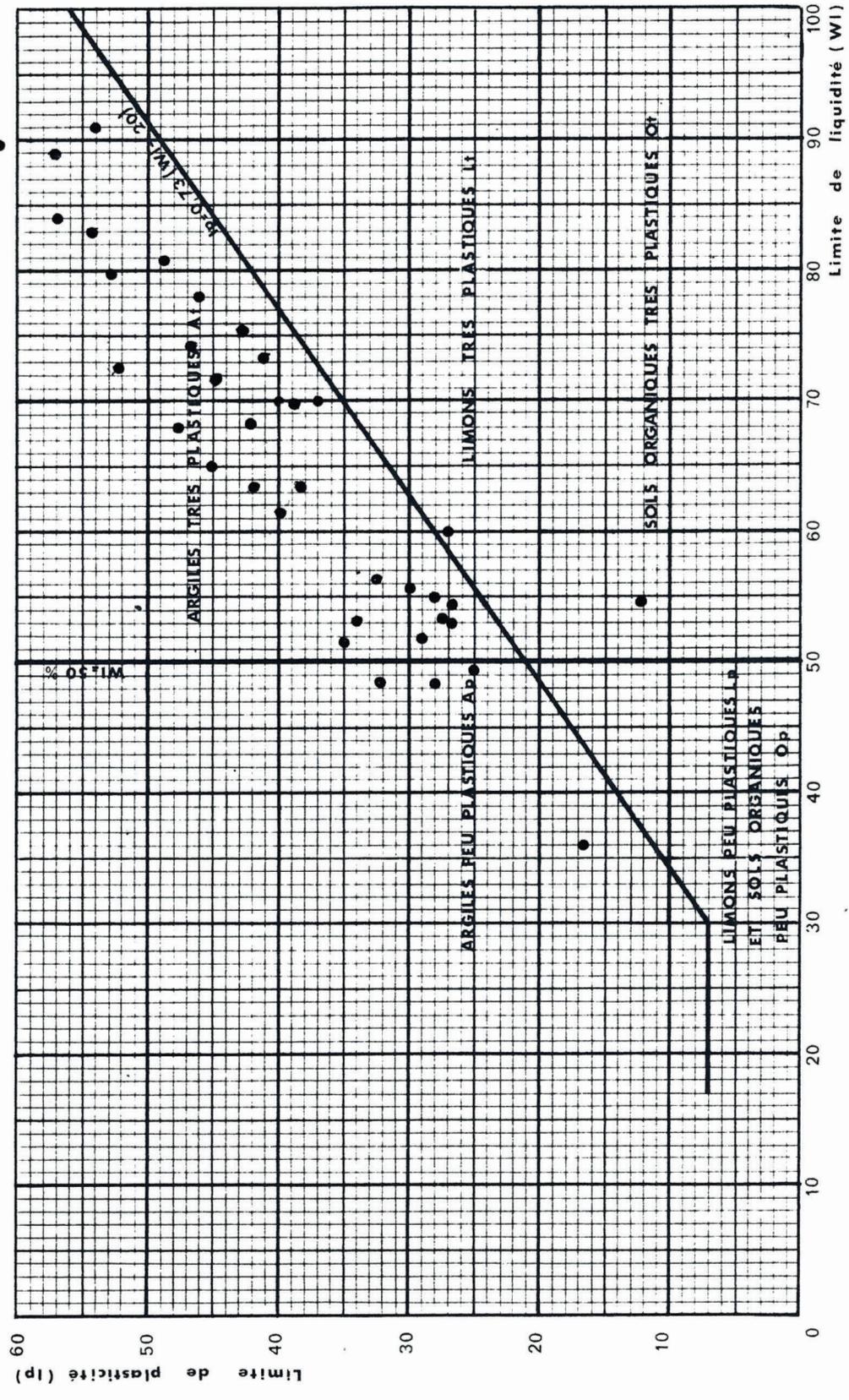
Le Keuper inférieur est une formation de 240m d'épaisseur essentiellement composée de marnes aux teintes variées grises, vertes, rouges ayant des caractères uniformes dans la masse.

Les intercalations de gypse en amas lenticulaire sont importantes et fréquentes. De plus la formation présente de puissantes masses de sel gemme.

L'altération superficielle est très importante (épaisseur supérieure 20m). Les niveaux marneux testés se présentent sous la forme d'une argile de faible consistance :

- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| - 15 < Wn < 42     | Wn moyen = 26              |
| - 47 < Wl < 90     | Wl moyen = 55              |
| - 20 < Ip < 60     | Ip moyen = 40              |
| - 0,5 < Ic < 1,03  | Ic moyen = 0,7             |
| classification LPC | Argile très plastique (At) |

.../...



LETTENKOHLE / Varize 57

La Lettenkohle s'intercale entre les marnes irisées du Kaupé et les calcaires marneux du Muschelkalk.

La formation comprend :

- la dolomie limite 2-4m de dolomie grise
- les marnes bariolées 15 à 20m de marnes violettes rouge lie de vin, vertes et bleues avec quelques bancs de dolomie compacte
- la Dolomie inférieure 10m de dolomie jaunâtre.

A) - Caractéristiques géotechniques

Les caractéristiques des marnes bariolées sont les suivantes

1) Couche superficielle d'argile limoneuse bleu-vert sur une épaisseur de 0,80 à 3,00m (At)

- $18,5 < W_n < 25\%$        $W_n \text{ moyen} = 22\%$
- $4I < W_l < 70$        $W_l \text{ moyen} = 57$
- $I_8 < W_p < 32$        $W_p \text{ moyen} = 23,5$
- $23 < I_p < 38$        $I_p \text{ moyen} = 33,5$
- $I_c \text{ moyen} = I.$

2) Marnes bariolées rouge lie de vin et bleue (At)

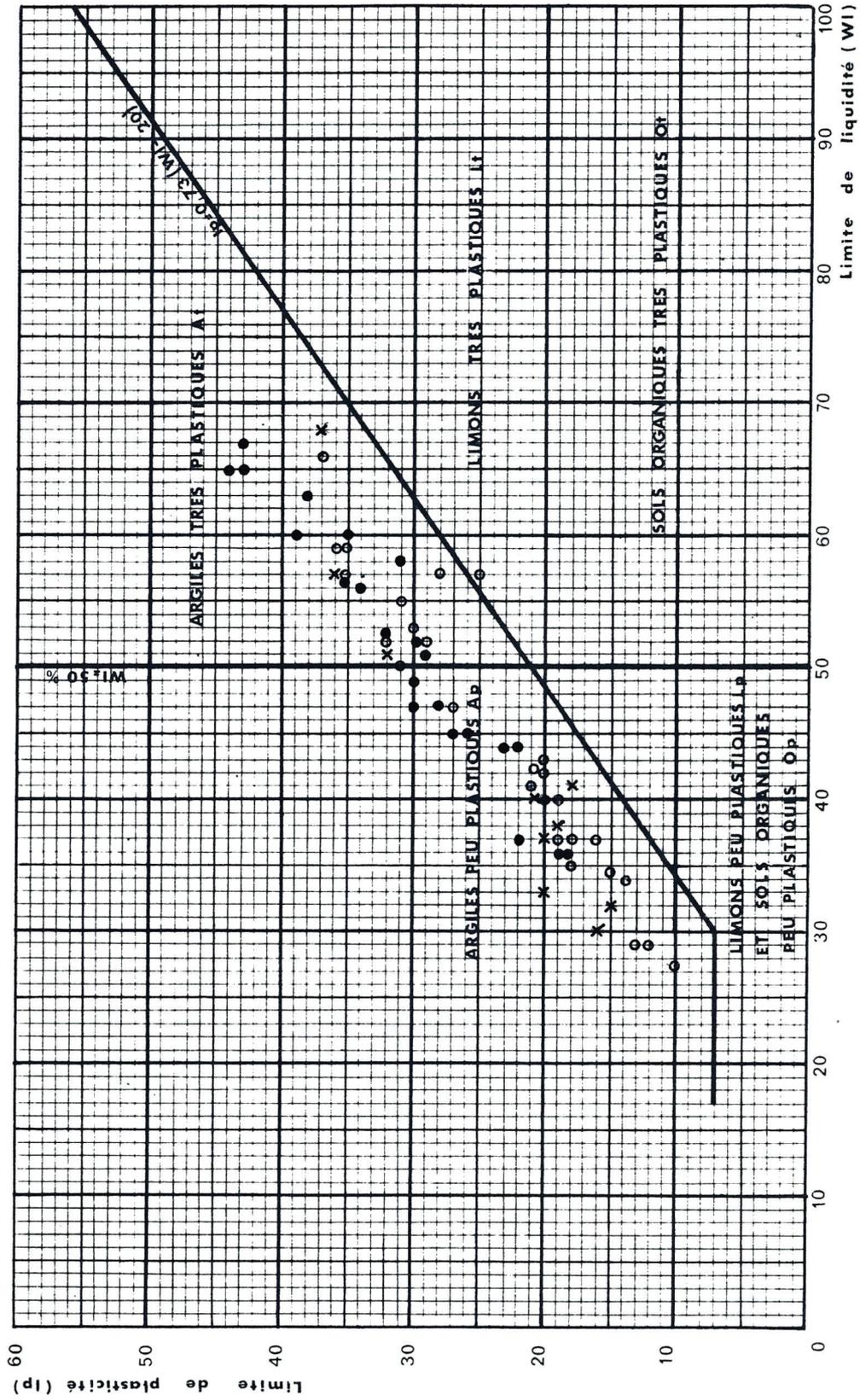
- $I_2 < W_n < 18\%$        $W_n \text{ moyen} = 15\%$
- $W_l = 55$        $W_p = 28$        $I_p = 27$
- $I_c \text{ moyen} = I, I.$

B) - Réutilisation en remblai

Les conditions de réutilisation des marnes sont :

- $I_3 < W_{opt} < 18\%$
- $I,7I < \gamma_d \text{ maximum} < I,85$

- profondeur < 2,00m
- x <2,00 profondeur <3,00m
- profondeur >3,00m



MUSCHELKALK SUPERIEUR

Zimming - Narbefontaine 57

Les couches à Cératites couronnent les coteaux calcaires du plateau Lorrain, elles sont sous-jacentes à la dolomie inférieure de la Lettenkohle et sont limitées à la base par les calcaires à entroques.

Du point de vue lithologique, cette formation se caractérise par l'alternance de niveaux marneux et calcaires sur 50m d'épaisseur.

Les dalles calcaires ont en moyenne 10 à 50cm d'épaisseur, elles n'atteignent des dimensions de l'ordre du mètre que dans la partie supérieure (couches à Térébratules). Les intercalations marneuses offrent des épaisseurs du même ordre.

De nombreuses failles affectent la formation qui présente une structure tabulaire. De plus les horizons calcaires sont très souvent le siège de niveaux aquifères qui alimentent des sources ou captages communaux.

A) - Caractéristiques géotechniques

Les caractéristiques des matériaux sont les suivantes

1) Argile marneuse humide de surface (At)  
profondeur 3,00

- $18 < W_n < 25\%$        $47 < W_l < 67$        $W_l$  moyen = 57
- $20 < I_p < 35$        $I_p$  moyen = 27
- $I_c$  moyen = 0,8/0,9.

2) Marne verte et bariolée de jaune (Ap-At) avec blocs calcaires

- $11 < W_n < 18\%$        $35 < W_l < 60$        $10 < I_p < 30$
- $W_n$  moyen = 15%       $W_l$  moyen = 45       $I_p$  moyen = 22
- $I_c$  moyen = 1,35.

Les bancs calcaires ont une compacité et une résistance mécanique qui varient avec la teneur en carbonate. La résistance à la compression simple varie de 20 à 400 bars. Elle est le plus souvent inférieure à 200 bars par les niveaux calcaires et à 100 bars pour les calcaires marneux.

B) - Réutilisation en remblai

Pour un matériau ayant les caractéristiques suivantes

$$37 < W_l < 65 \quad W_l \text{ moyen} = 47$$

$$17 < W_p < 29 \quad W_p \text{ moyen} = 21$$

$$20 < I_p < 36 \quad I_p \text{ moyen} = 26$$

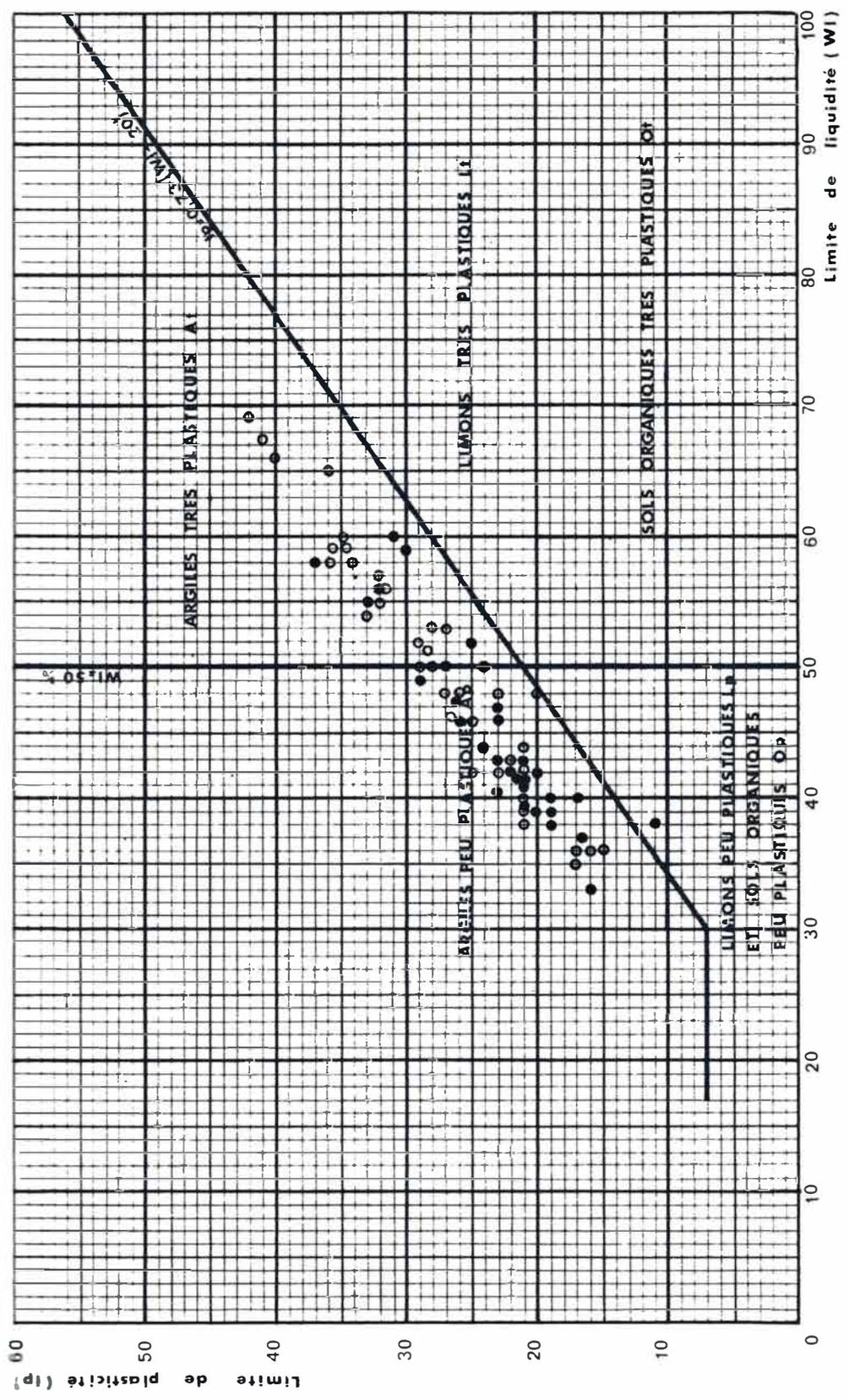
Les conditions de réutilisation sont

$$12,5 < W_{opt} < 16\% \quad W_{opt} \text{ moyen} = 15\%$$

$$1,74 < \gamma_d \text{ maximum} < 1,88 \quad \gamma_d \text{ maximum moyen} = 1,84.$$

.../...

- > 3,00m
- < 3,00m



MUSCHELKALK INFÉRIEUR 7 Boucheporn - 57

- MARNES A MYACITES ET GRES COQUILLIERS

Cette formation de 35m d'épaisseur, regroupe des marnes sableuses épaisses de 10m environ avec de nombreuses intercalations calcaro-dolomitiques qui passent graduellement aux grès massifs de base.

Les grès sont argileux à grain fin, le mica y est abondant. Les dalles gréseuses ont en moyenne 20 à 50cm d'épaisseur, mais certains niveaux massifs atteignent 1m.

La structure de la formation est tabulaire.

A) - Les caractéristiques géotechniques des matériaux sont les suivantes

1) pour les sols superficiels

argile sableuse peu plastique (Ap)

$20 < W_n < 27\%$        $I_c \approx 0,8$

2) argile sableuse peu plastique (Ap) Marnes à Myacites

$10 < W_n < 20\%$

$34 < W_l < 58$        $W_l \text{ moyen} = 42$

$17 < W_p < 31$        $W_p \text{ moyen} = 21$

$11 < I_p < 31$        $I_p \text{ moyen} = 21.$

3) sable limono-argileux (SL-SA) Grès coquilliers

$8 < W_n < 17\%$

$21 < W_l < 28$        $W_l \text{ moyen} = 24$

$14 < W_p < 16$        $W_p \text{ moyen} = 16$

$4 < I_p < 12$        $I_p \text{ moyen} = 8$

ES piston = 5

$12 < ES \text{ visuel} < 24$        $ES \text{ visuel moyen} = 19.$

.../...

Les bancs gréseux ont une compacité et une résistance mécanique qui varie avec la teneur en argile. La résistance mécanique des bancs les plus compacts varie entre 35 et 315 bars avec un  $R_c$  moyen = 135bars. Les niveaux gréseux les plus argileux sont moins compacts  $R_c$  = 5 à 10bars

B) - Réutilisation en remblai

Les conditions de réutilisation sur un mélange à environ 50% d'argile sableuse et de grès sont les suivantes :

- $9,6 < W_{opt} < 14,7\%$                        $W_{opt}$  moyen = 13%
- $1,77 < \gamma_d \text{ maximum} < 1,86$                $\gamma_d$  maximum = 1,84

.../...

GRÈS VOSGIENS St Avoird - 57

Les grès vosgiens constituent le mur des grès bigarrés, ils ont une épaisseur de 300 à 350m.

Ce sont des grès rouge-brique souvent décolorés sans micas. Ils sont tendres constitués de grains de quartz roulés et d'un ciment souvent ferrugineux.

A) - Les caractéristiques géotechniques des grès sont les suivantes

$$-7 < W_n < 14\% \quad W_n \text{ moyen} = 11\%$$

1) Sable limoneux rouge (SL)

$$\text{passing à } 80\mu > 12\% \quad 15 < ES \text{ piston} < 30 \quad ES_p \text{ moyen} = 23$$

2) Sable limoneux à propre rouge et jaune (SL-Sm)

$$5 < \text{passing à } 80\mu < 12\% \quad 20 < ES \text{ piston} < 40 \\ ES_p \text{ moyen} = 30$$

3) Sable propre jaune (Sm)

$$5 < \text{passing à } 80\mu < 12\% \quad 40 < ES \text{ piston} < 65 \\ ES_p \text{ moyen} = 55$$

B) - Réutilisation en remblai

Ces grès ont une compacité qui varie avec la profondeur. Trois horizons sont rencontrés :

- les sables superficiels sur 2 à 5m
- les grès moyennement compacts, puis les grès compacts nécessitant un rippage puissant.

A la mise en oeuvre, les grès se désagrègent totalement en raison de la nature du ciment, ainsi c'est un véritable sable avec quelques rognons gréseux qui est mis en place. Les sables rouges sont plus sensibles à l'eau que les sables jaunes du fait de la présence d'un pourcentage plus important de fines argileuses.

.../...

Mais lorsque la teneur en eau est voisine de 10%, ce sont les sables rouges qui se mettent le mieux en oeuvre.

Les teneurs en eau optimum de réutilisation varient de 9 à 13% W opt moyen = 10,5, et les densités maximum de 1,7 à 1,9 avec une moyenne de 1,79.

Il semble donc que le pourcentage de fines influence énormément les résultats du Proctor.