

# Consistance et dénomination

AUCE 1172

Cours 3

# Notions de consistance et de plasticité

<u>- ETATS -</u>	<u>- DESCRIPTIONS -</u>	<u>- LIMITES -</u>	<p>W teneur en ebu</p>	
ETAT LIQUIDE	boue	$W_L = \text{LIMITE DE LIQUIDITE}$		$W_L$
ETAT PLASTIQUE	se déforme sans fissures	$W_P = \text{LIMITE DE PLASTICITE}$		$W_P$
ETAT FERME (semi-solide avec retrait)	se déforme avec fissures	$W_S = \text{LIMITE DE RETRAIT}$		$W_S$
ETAT SOLIDE (sans retrait)	aspect dur			0

w = teneur en eau

# Etats de consistance et limites d'Atterberg

Indice de plasticité

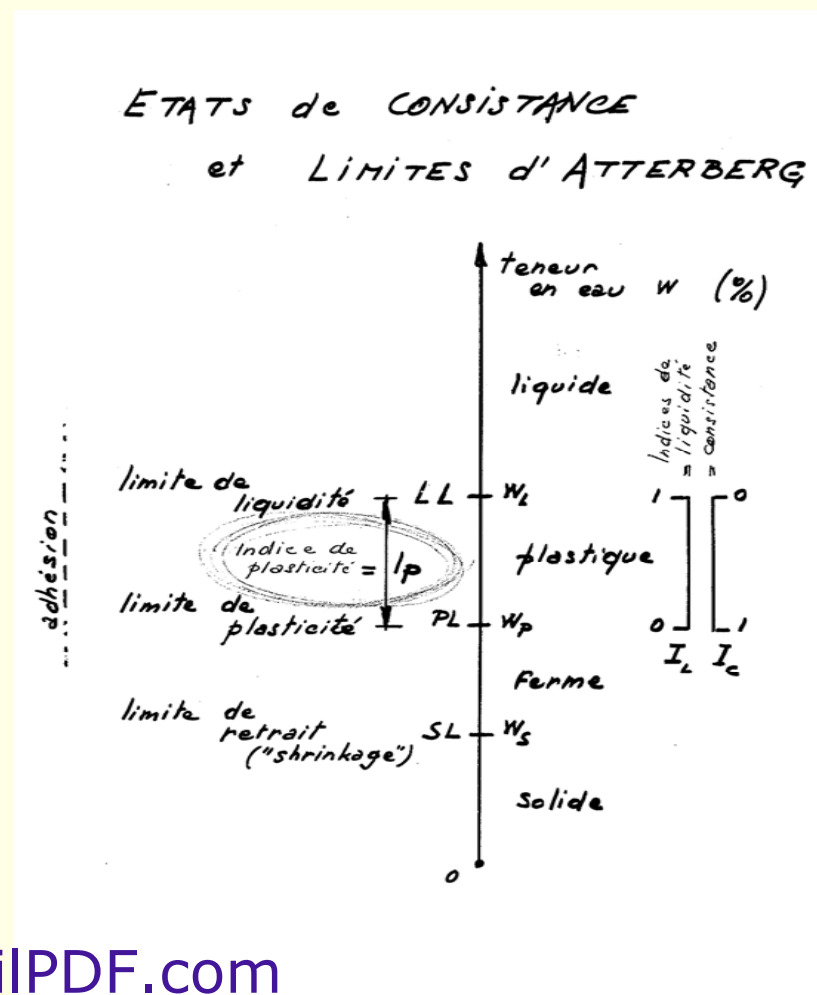
$$I_P = W_L - W_P$$

Indice de consistance

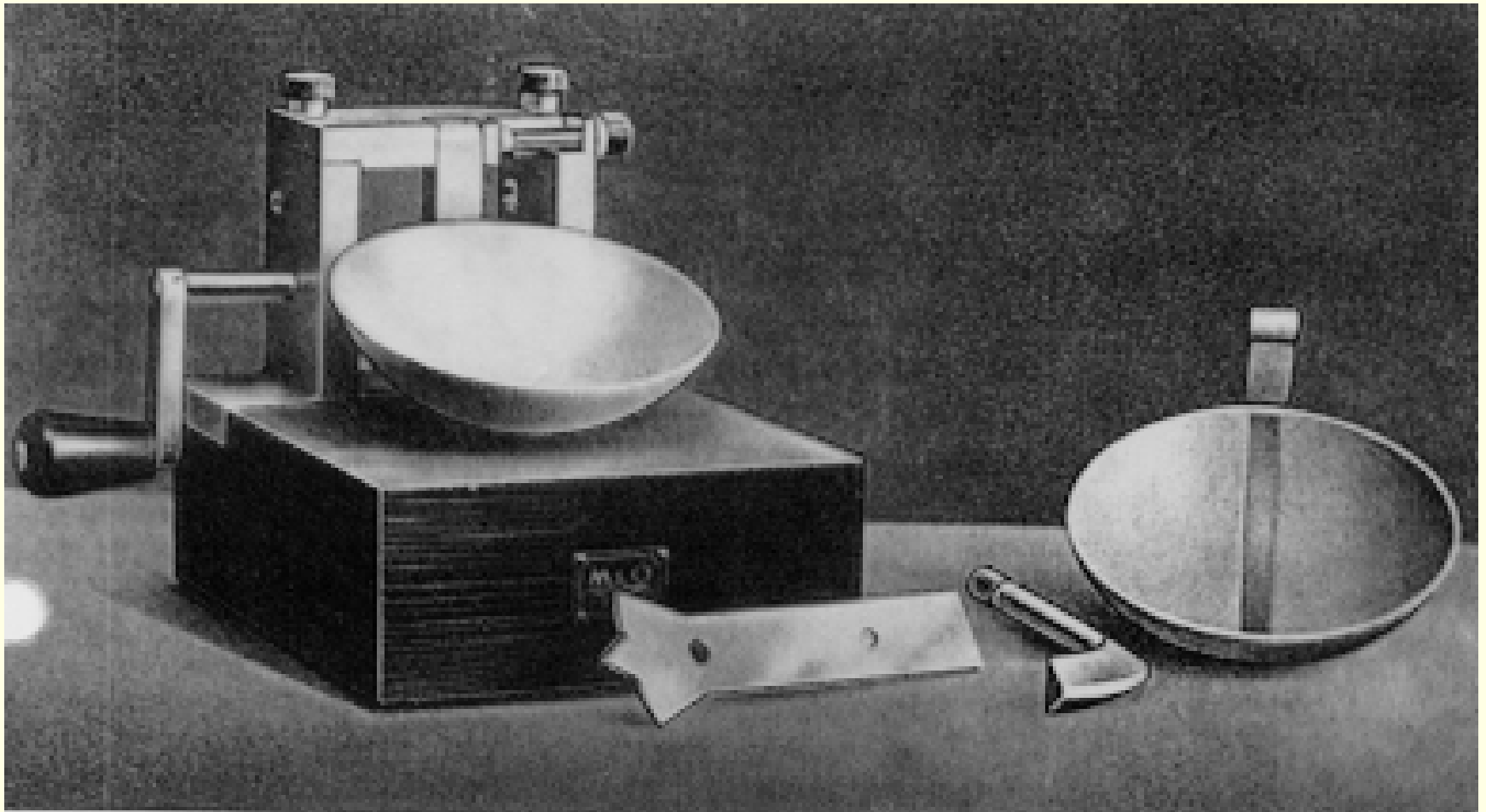
$$I_C = \frac{W_L - W}{W_L - W_P}$$

Indice de liquidité

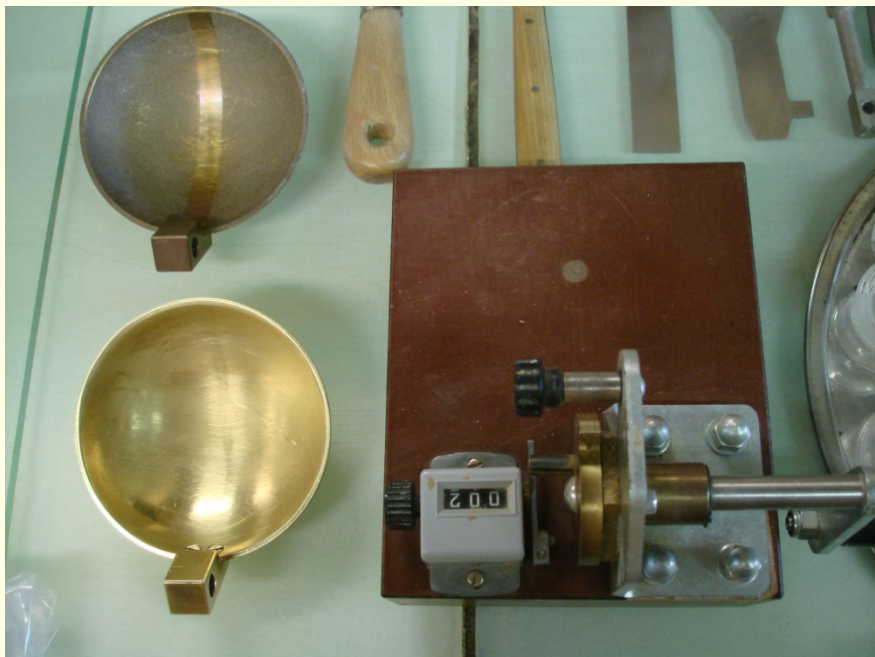
$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P}$$



# Limite de liquidité

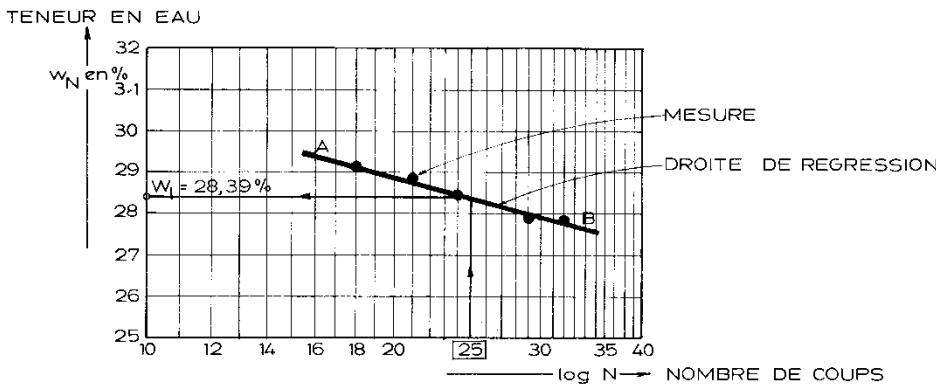
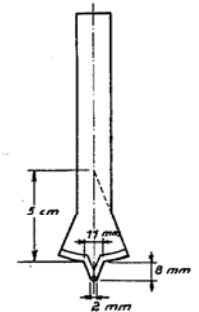
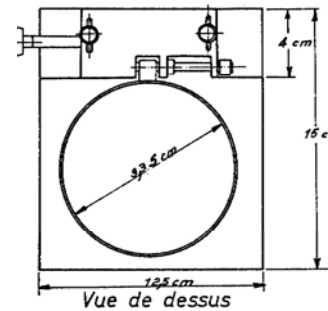
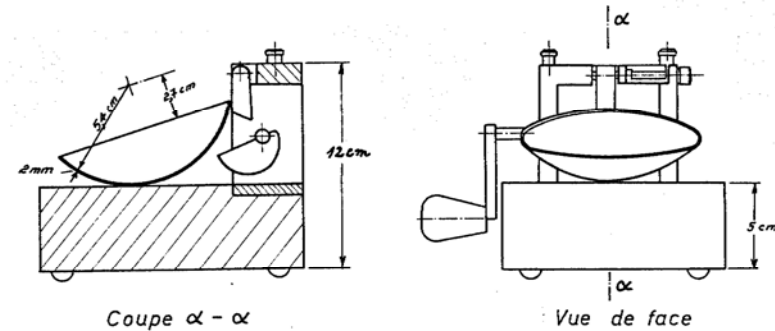


# Limite de liquidité



# Coupelle de Casagrande et limite de liquidité

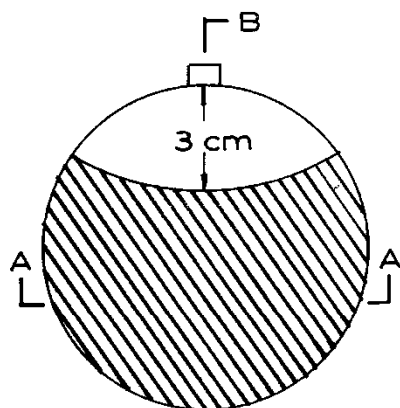
- Préparation d'échantillon de  $w$  variables
- Rainure de 2 mm dans échantillon
- Chute coupelle (1 cm) jusque fermeture sur 1 cm
- On compte le nombre de chocs



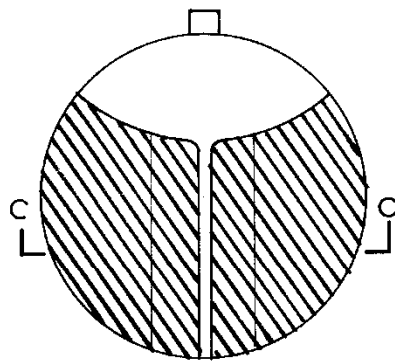
DETERMINATION DE LA LIMITE DE LIQUIDITE  $w_l$

Teneur en eau pour laquelle le nombre de

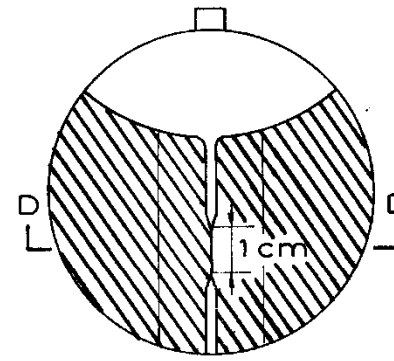
coups  $N = 25$



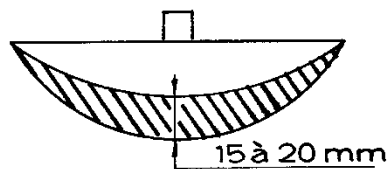
VUE EN PLAN



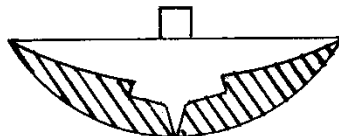
VUE EN PLAN



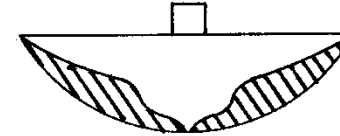
VUE EN PLAN



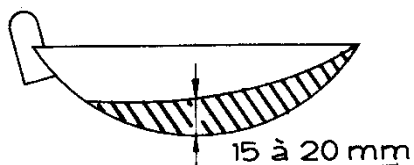
COUPE A-A



COUPE C-C



COUPE D-D

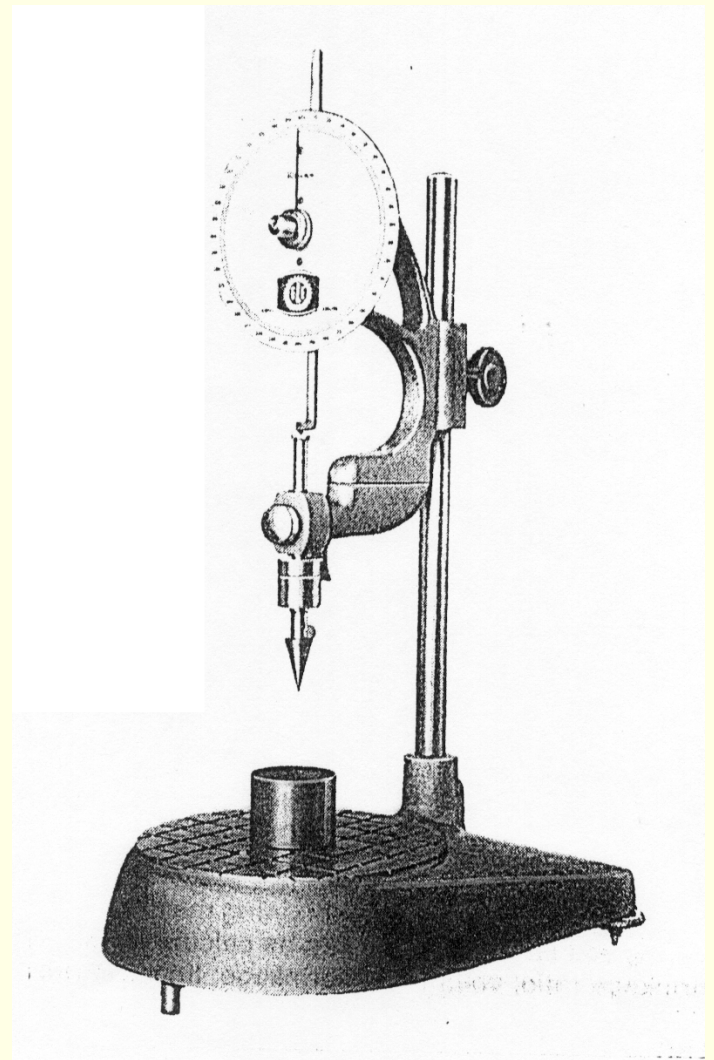


COUPE B-B

DETERMINATION DE LA LIMITE DE LIQUIDITE  $w_l$

# Essai au cône

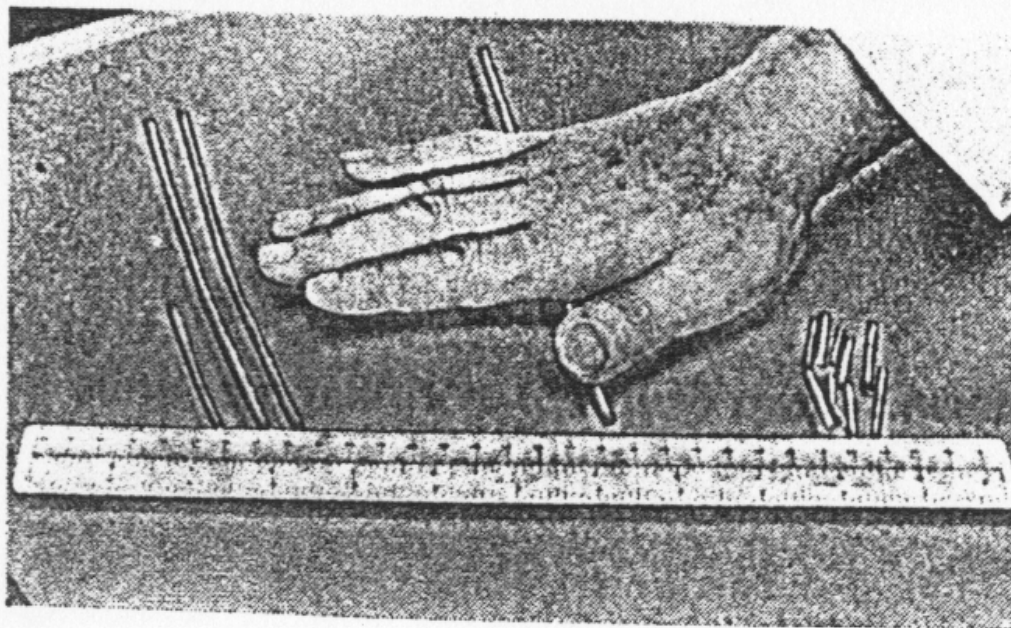
- Autre approche de détermination de la limite de liquidité
- Seule autre méthode fiable
- Basé sur l'enfoncement d'un cône standardisé



Cone-penetrometer apparatus



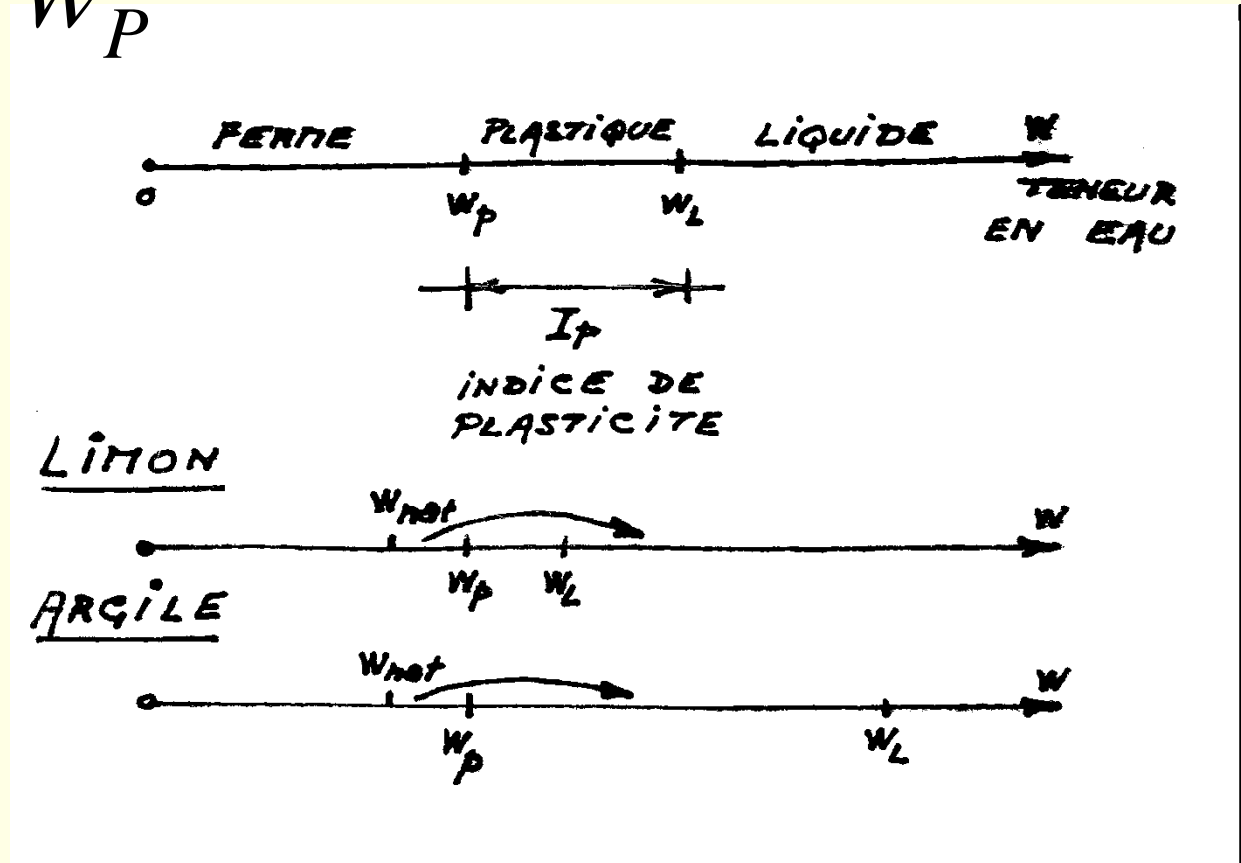
## Limite de plasticité



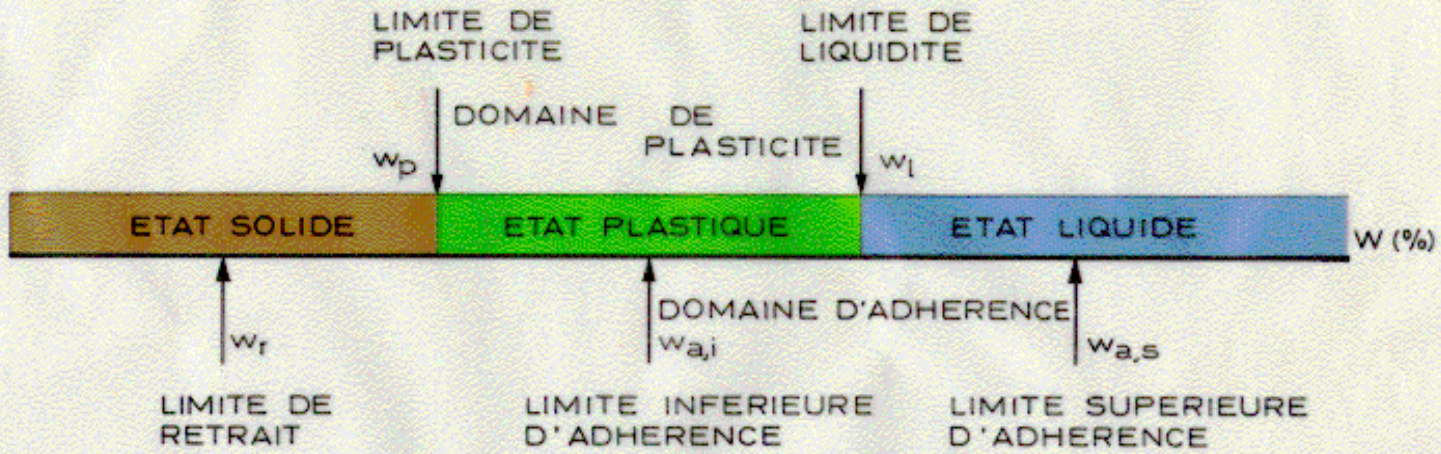
Teneur en eau la plus faible où on peut rouler un rouleau de 3 mm de diamètre sans le casser

# Indice de plasticité

$$I_P = W_L - W_P$$

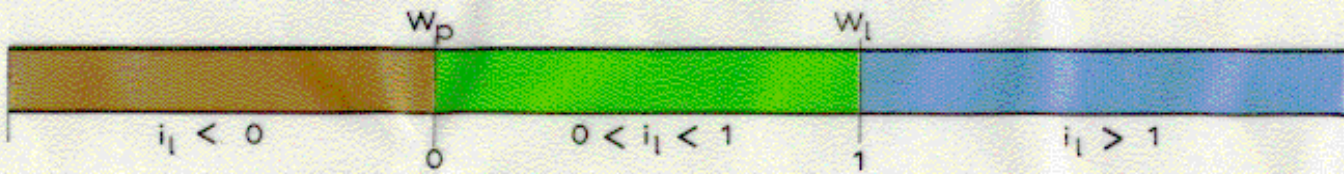


ETATS DE CONSISTANCE



INDICE DE PLASTICITE  $i_p = w_l - w_p$

INDICE DE LIQUIDITE  $i_l = \frac{w - w_p}{i_p}$



# Consistance relative

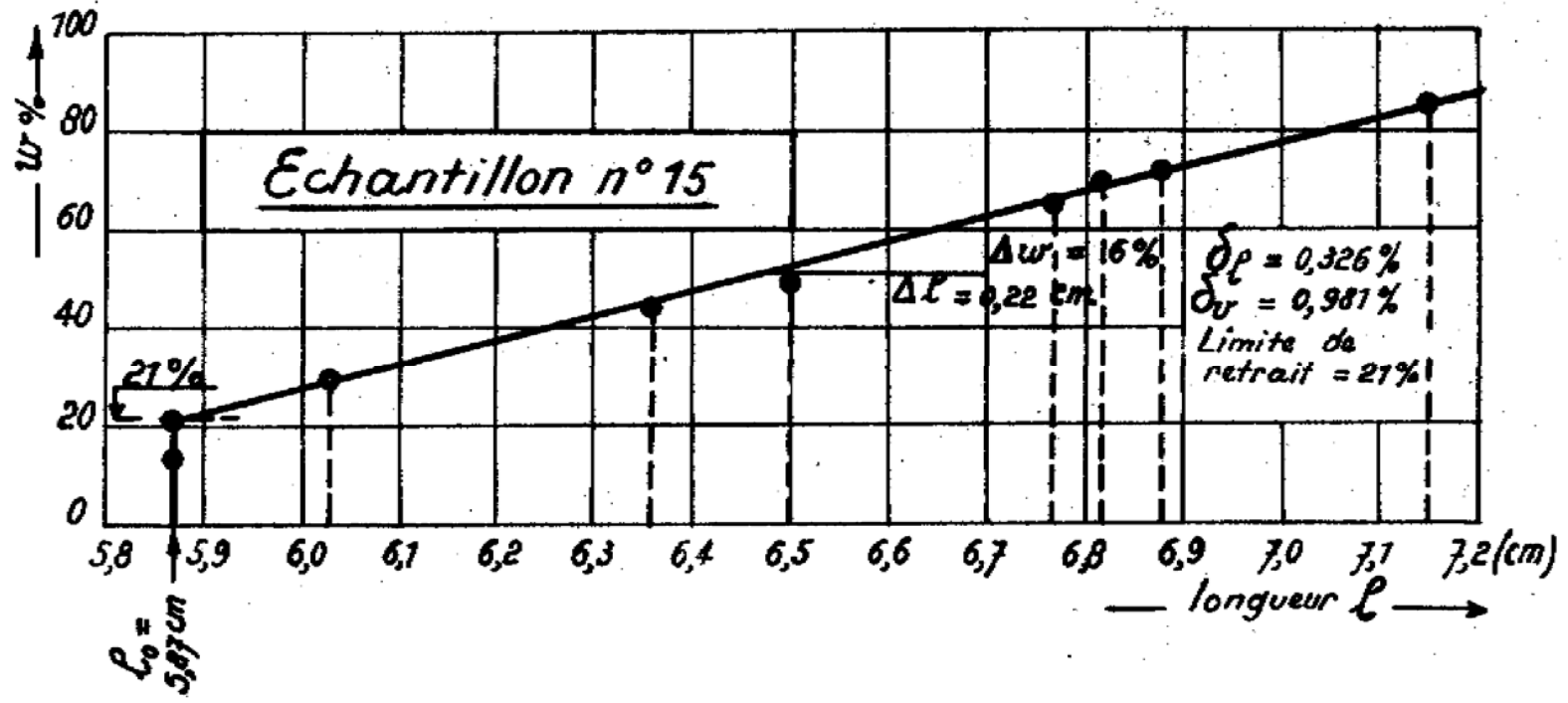
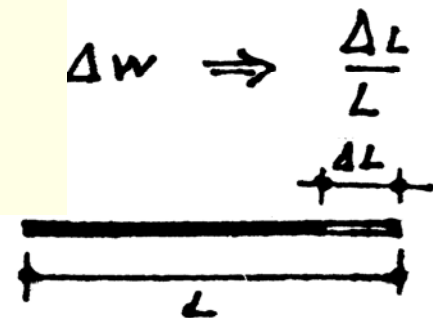
- Indice de consistance

$$I_C = \frac{w_L - w}{w_L - w_P}$$

- Indice de liquidité

$$I_L = \frac{w - w_P}{w_L - w_P}$$

# Gonflement / retrait des argiles

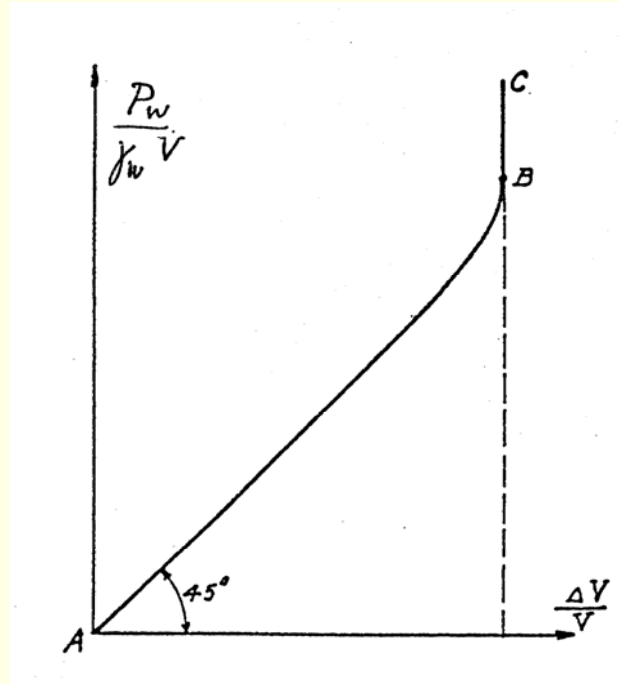


# Retrait / gonflement



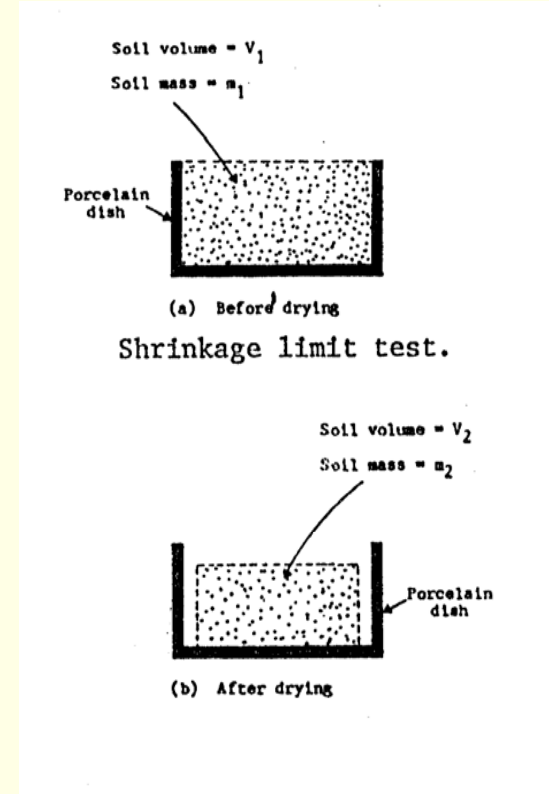
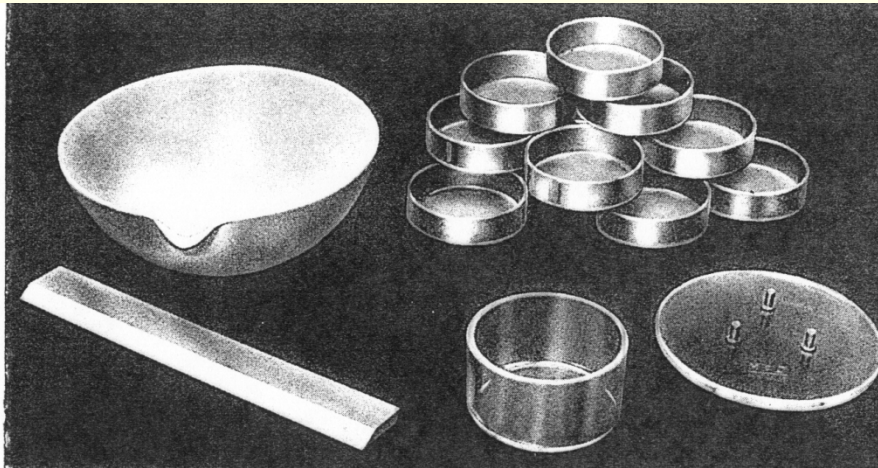
Damage to house in Cuba by swelling soil. The man's left hand is inserted into the crack.

(Prof. Tschebotarioff)



Perte d'eau d'un échantillon saturé par unité de volume en fonction de la diminution relative du volume (entre A et B); au-delà la saturation ne peut plus être et le volume reste constant → limite de retrait  $w_s$

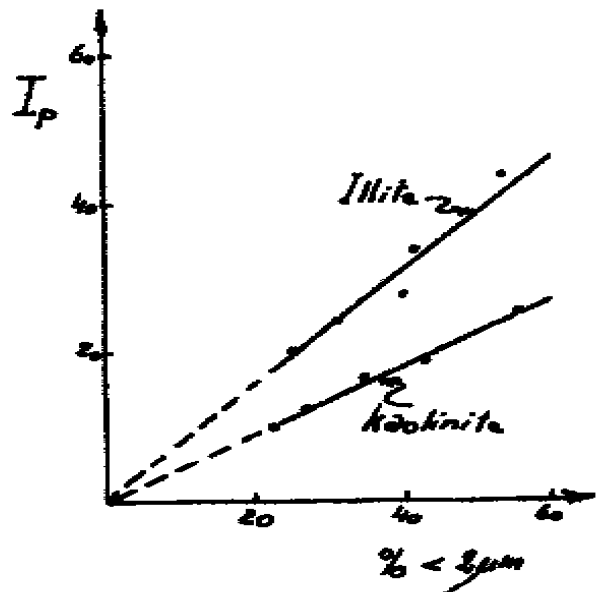
# Détermination de la limite de retrait



$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_s}$$

$$w_{sat} = \gamma_w \left( \frac{1}{\gamma_d} - \frac{1}{\gamma_s} \right)$$

# Activité



Minéral	A
Bentonite	5.4
Montmorillonite	> 4
Illite	0.5 à 2
Kaolinite	0.3 à 0.5

$$A = \frac{I_p}{(\% \text{ en poids des } < 2 \mu\text{m})}$$



# Abaque de plasticité de Casagrande

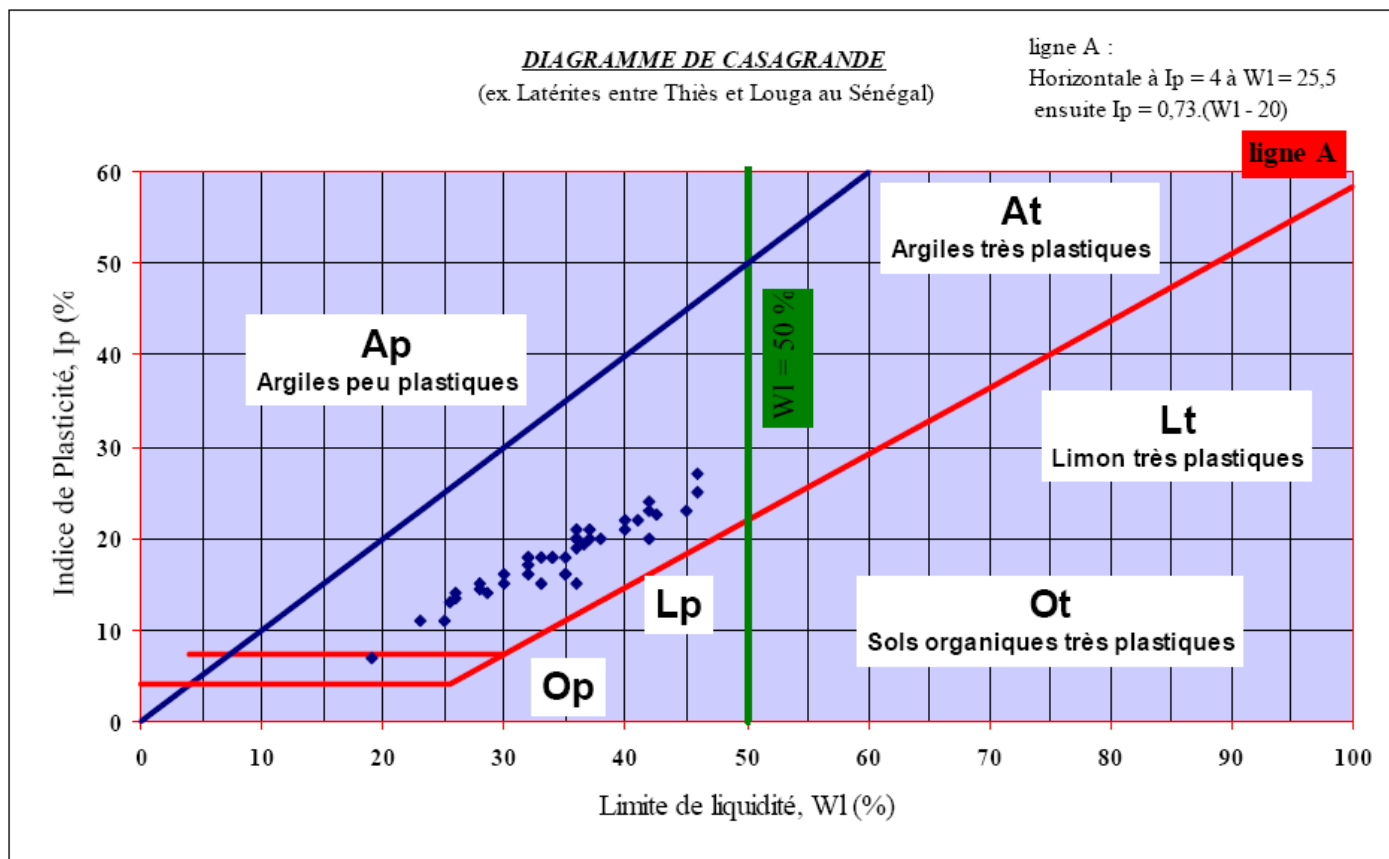


Figure XX. – Diagramme de Casagrande

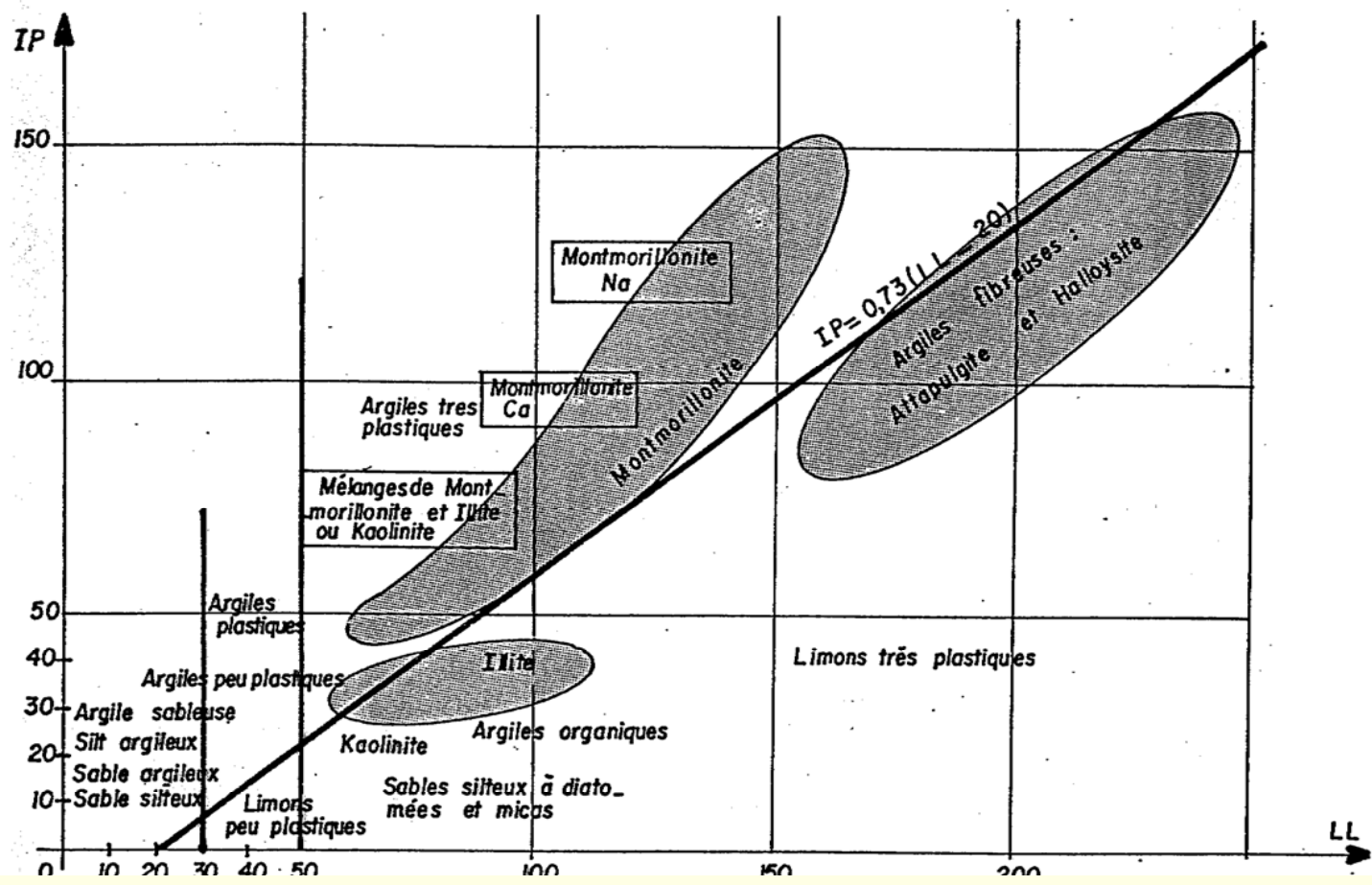


Diagramme de Casagrande  
(d'après HABIB)

# Dénomination sur terrain et examen à vue

- **Sable:**

- grains visibles à l'œil,
- crissent entre les doigts,
- pulvérulent à état sec,
- un peu de cohésion si humide,
- facilement en suspension et sédimente vite (30 à 60 sec)

- **Limon:**

- grains peu ou pas visibles,
- crissent entre les dents,
- plastique et humide forme rouleaux,
- sèche vite par pétrissage,
- si sec cohésion modérée,
- se brise et se réduit en poussière facilement,
- si on secoue limon dans la main humidité apparait et devient brillant, sous pression redevient mat car eau réaspirée à l'intérieur (dilatancy),
- dans eau grains se sépare modérément mais reste en suspension par simple agitation,
- temps moyen pour sédimenter (10 à 60 min), utile pour séparer sable du limon

# Dénomination sur terrain et examen à vue

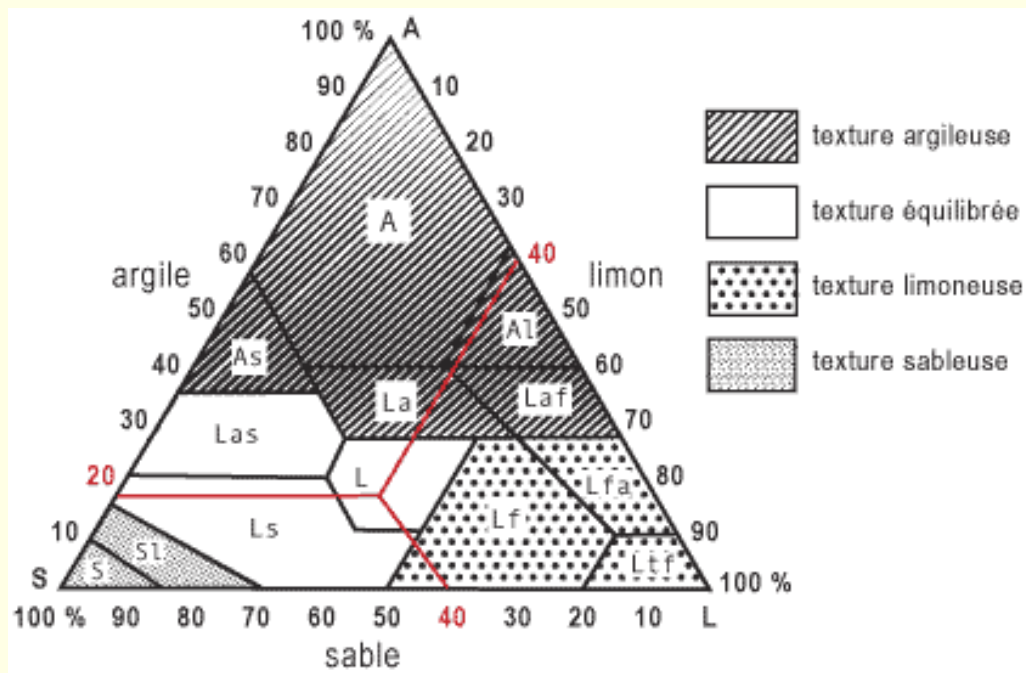
- **Limon:**

- grains peu ou pas visibles,
- crissent entre les dents,
- plastique et humide forme rouleaux,
- sèche vite par pétrissage,
- si sec cohésion modérée,
- se brise et se réduit en poussière facilement,
- si on secoue limon dans la main humidité apparait et devient brillant, sous pression redevient mat car eau réaspirée à l'intérieur (dilatancy),
- dans eau grains se sépare modérément mais reste en suspension par simple agitation,
- temps moyen pour sédimenter (10 à 60 min), utile pour séparer sable du limon

- **Argile:**

- sensation douce et grasse au toucher
- Grains non visibles
- Ne crissent pas
- Humide, très plastique et colle
- Pas de dilatancy
- Sèche très difficilement et avec retrait et fissures
- Si sec, se brise et se réduit en poudre difficilement
- Mise en suspension sous forte agitation
- Sédimente très lentement (plusieurs heures ou jours)

# Classification texturale / granulométrique



A : argileux

As : argilo-sableux

Al : argilo-limoneux

La : limono-argileux

Laf : limono-argileux fins

Las : Limono-argileux

L : limoneux

Ls : limono-sableux

Lfa : limoneux fins argileux

Lf : limoneux fins

Ltf : limoneux très fins

Sl : sablo-limoneux




S : sableux

PLASTICITE DES SOLS

$$I_p = w_l - w_p$$

$w_l$  LIMITE DE LIQUIDITE (%) Coupelle de Casagrande  
 $w_p$  LIMITE DE PLASTICITE (%) Rouleaux de  $\phi$  3mm  
 $I_p$  INDICE DE PLASTICITE



SOLS À CARACTERE	SABLEUX	$0 \leq I_p \leq 15$	
	LIMONEUX	$5 \leq I_p \leq 25$	
	ARGILEUX	$I_p \geq 15$	

# Classification fréquemment utilisé en Belgique

- Fractions I et II ( $< 60 \mu\text{m}$ )  $<$  à 10 % :
  - Si fraction III prépondérante → sable fin
  - Si fraction IV prépondérante → sable
  - Si fraction IV prépondérante et III quasi absente → sable grossier
  - Si fraction V prépondérante → gravier
  - Si fraction VI prépondérante → pierres
- On peut ajouter :
  - si fraction V pas négligeable → graveleux
  - si teneur en matières humiques non négligeable → tourbeux
  - si teneur en matières en chaux non négligeable → calcaireux
- Si teneur en matières humiques et/ou en chaux importantes :
  - si teneur en humus  $> 50 \%$  → tourbe
  - si teneur en chaux  $> 75 \%$  → craie ou calcaire
  - si teneur en chaux compris entre 25 et 75 % et plasticité importante et teneur en humus négligeable → marne

# Classification fréquemment utilisé en Belgique

- Sinon :
  - $I_p > 25 \rightarrow$  argile
  - Quand  $15 < I_p < 25$  : caractère limoneux ou argileux  
si fraction II  $> 50\%$   $\rightarrow$  limon  
si fractions III, IV, V et VI  $> 50\%$   $\rightarrow$  argile sableuse
  - Quand  $5 < I_p < 15$  : caractère sableux  
si fraction II  $> 50\%$   $\rightarrow$  limon  
si fractions III, IV, V, VI  $> 50\%$   $\rightarrow$  sable limoneux (si fraction IIa  $>$  fraction I) ou sable argileux
  - Quand  $I_p < 5$  : sable limoneux (si fraction IIa  $>$  fraction I) ou sable peu argileux



# Classification unifiée (Casagrande)

## caract. principal

- SOLS GROSSIERS
  - **G** : gravel
  - **S** : sand
- SOLS FINS
  - **C** : clays
  - **O** : organic
  - **M** : silt
- TOURBE : **Pt**

## caract. secondaire

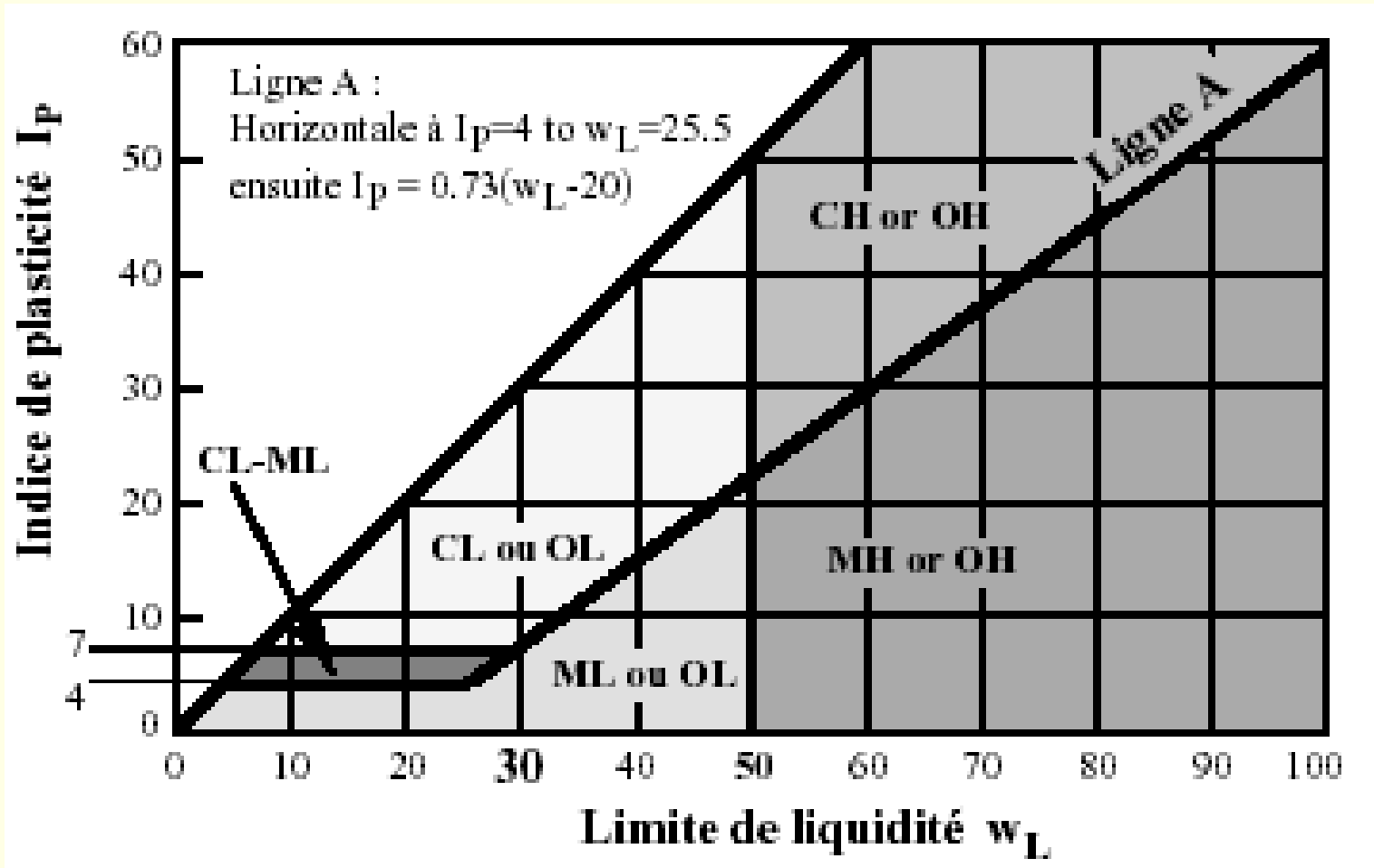
- SOLS GROSSIERS
  - **W** : well graded
  - **P** : poorly graded
  - **C** : clay binder
  - **M** : silt, fines
- SOLS FINS
  - **H** : high plasticity
  - **L** : low plasticity

Sols grossiers : < 50% passant à 75  $\mu\text{m}$

Sols fins : > 50% passant à 75  $\mu\text{m}$

Pour caractère secondaire sols fins: voir diagramme de Casagrande

# Classification unifiée



# Convention pour les examens à vue des échantillons

*Mud*

*Clay*

*Sandy Clay*

*Loess*

*Silt*

*Silty Sand*

*Sand*

*Gravelly Sand, Sandy Gravel*

*Gravel*

*Boulder*

*Fill*

*Rock (Shale, Granite etc.)*



*Mud*

*Cl*

*SaCl*

*Loe*

*Si*

*SiSa*

*Sa*

*Gv/Sa, SaGv*

*Gv*

*Bldr*

*Fi*

*Shl, Gr*