

EXPOSE PRESENTE PAR M.C. THIBAUD AU GEMOS 85
SRA - CEN CADARACHE - 13115 SAINT PAUL LEZ DURANCE

LE PHOSPHORE ET LES RESIDUS DE RECOLTE

Le phosphore est un des éléments essentiels de la nutrition des plantes et il tient une place importante dans le domaine de la fertilisation. Nous analyserons deux études concernant le phosphore :

1) L'utilisation par une culture de ray-grass, du phosphore de résidus de récolte enfouis,

2) L'influence de la matière organique apportée sur la disponibilité des ions PO_4 dans le sol.

Les études rapportées ici sont tirées pour certaines de la littérature. Elles font appel aux techniques isotopiques :

- Mesure de coefficient réel d'utilisation,
- Cinétique de dilution isotopique.

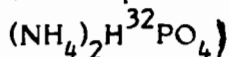
I - Utilisation par une plante du phosphore des résidus végétaux

Pour évaluer la contribution du phosphore des résidus de végétaux dans la nutrition des plantes, deux techniques ont été utilisées :

- Méthode directe
- Méthode indirecte

a) La méthode directe consiste à enfouir un matériel végétal marqué avec ^{32}P et à suivre le traceur dans la plante cultivée.

Les résultats présentés ici concernent une culture de deux mois de ray-grass sur un sol dans lequel ont été enfouis deux types de matériel végétal marqué (obtenu par une culture préalable de ray-grass avec fertilisation phosphatée



- des parties aériennes (enfouissement 1 % en matière sèche)
- des racines (0,5 % en matière sèche).

Une culture sur ce sol avec phosphate marqué a également été effectuée.

On mesure sur les plantes les coefficients réels d'utilisation du phosphore (CRU-P) et le pourcentage de phosphore provenant de l'"engrais" marqué (Pdf). Les résultats sont rassemblés sur la figure 1.

b) La méthode indirecte consiste à "marquer" les ions phosphate isotopiquement échangeables du sol par apport de $^{32}\text{PO}_4^{3-}$ sans entraîneur puis à mesurer et comparer la radioactivité spécifique du phosphore des cultures en présence et en absence du traitement agronomique étudié (enfouissement de résidus de récolte ou apport d'engrais minéral).

Dans l'essai présenté ici [1], il s'agit d'une culture de ray-grass avec enfouissement de paille ou non. Comme précédemment, l'activité spécifique du phosphore des plantes et le pourcentage de phosphore provenant de l'engrais (Pdf) sont mesurés (figure 2).

c) Comparaison entre méthode directe et méthode indirecte (figure 3)

Pour cela, nous avons repris l'essai illustrant la méthode directe et nous l'avons traité par la méthode indirecte. Nous pouvons ainsi calculer les quantités de phosphore prélevé par la plante et sa provenance (résidu enfoui ou sol). Les calculs reposent sur les deux principes suivants :

1) L'activité spécifique du phosphore des ions phosphate isotopiquement échangeables, constituant un pool homogène du sol (ou du mélange s'il s'agit d'un traitement agronomique), est identique à celle du phosphore des plantes.

2) L'activité spécifique du phosphore des ions PO_4^{3-} isotopiquement échangeables du sol (considéré de façon isolée) n'est pas modifiée par l'apport de résidus de récolte.

Commentaires

les résultats obtenus par les deux méthodes conduisent aux mêmes conclusions :

- La plante prélève à la fois du phosphore du sol et des résidus enfouis et pour ces derniers, dans des proportions non négligeables (Pdf jusqu'à 30 %, figure 1).

- Le prélèvement du phosphore des résidus varie avec le type de matériel enfoui, le traitement préalable appliqué (fermentation [1]). Il peut atteindre des valeurs supérieures (CRU-P = 20 % dans le cas de parties aériennes enfouies, figure 1) à celles obtenues pour le phosphore minéral (CRU-P = 12 %, figure 1).

II - Disponibilité du phosphore et résidus enfouis : cinétique de dilution isotopique

La technique de cinétique de dilution isotopique est basée sur l'analyse compartimentale et la diffusion des ions PO_4^{3-} dans le sol. Elle suit une loi empirique simplifiée de type puissance :

$$\frac{R_t}{R_0} = \frac{R_1}{R_0} t^{-n}$$

avec : R_0 : quantité de radioactivité introduite sans entraîneur dans la solution de sol (rapport solution/sol = 10)

R_t : quantité de radioactivité mesurée au temps t (en minutes) dans la solution de sol.

Du point de vue agronomique, les paramètres retenus pour cette étude cinétique sont R_1/R_0 , n et aussi M , quantité de phosphore en solution (mesurée par colorimétrie [2]).

Un certain nombre d'expériences ont été menées au champ. Nous en citerons quelques unes :

- En Casamance [3] : avec ou sans restitution de paille, en présence de fumier (figure 4).

- A Paris-Grignon [4] : sur les parcelles DEHERAIN avec ou sans apport de fumier (figure 5).

- A Paris-Grignon [5] : dispositif des 36 parcelles, apport de paille préhumifiée ou non (figure 6).

Commentaires

Pour tous ces essais, les observations permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

- L'apport de résidus de récolte augmente la disponibilité des ions PO_4^{3-} du sol pour la plante (R_1/R_0 et M augmentent alors que n diminue).

- La réciproque est également vérifiée [6] : si le taux de matière organique (carbone organique) diminue dans le sol, le pouvoir fixateur est accru.

CONCLUSION

L'apport de matière végétale (résidus de récolte, fumier...) dans le sol peut, d'après les quelques résultats présentés ici, améliorer la "fertilité" des sols.

En effet, le phosphore de ces matières semble facilement utilisable par les cultures et ceci dans des proportions non négligeables. Pour interpréter ce

résultat, nous pouvons apporter les deux informations suivantes : d'une part, les végétaux contiennent une forte proportion d'ions PO_4^{3-} sous forme minérale et d'autre part, la minéralisation du phosphore organique, en général de type microbien, est plus aisée que leur passage au stade assimilable par diffusion.

De plus, le pouvoir fixateur des sols diminue en présence de matière végétale enfouie. Il est possible que certains composés organiques apportés bloquent les sites de fixation des ions PO_4^{3-} et rendent ceux-ci plus disponibles pour la plante.

Ces deux phénomènes sont intéressants à connaître pour améliorer l'utilisation des engrais par les plantes et réduire les pertes par fixation ou lixiviation.

[1] Résultats non publiés

[2] FARDEAU J.C. (1981) : "Cinétiques de dilution isotopique et phosphore assimilable du sol", thèse d'état, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6.

[3] DIATTA S., FARDEAU J.C. (1979) : Etude, au moyen de $^{33}\text{PO}_4^{3-}$ et $^{42}\text{K}^+$, de l'action des amendements organiques sur la régénération des sols rouges du Sénégal. Colloque IAEA SM235/37. COLOMBO, Déc. 1978, 301-312.

[4] MOREL R. (1984) : Les essais de fertilisation de longue durée de la station agronomique de Grignon, INRA-Paris p. 54.

[5] Résultats non publiés.

[6] MOREL R. (1984) : INRA PARIS p. 78.

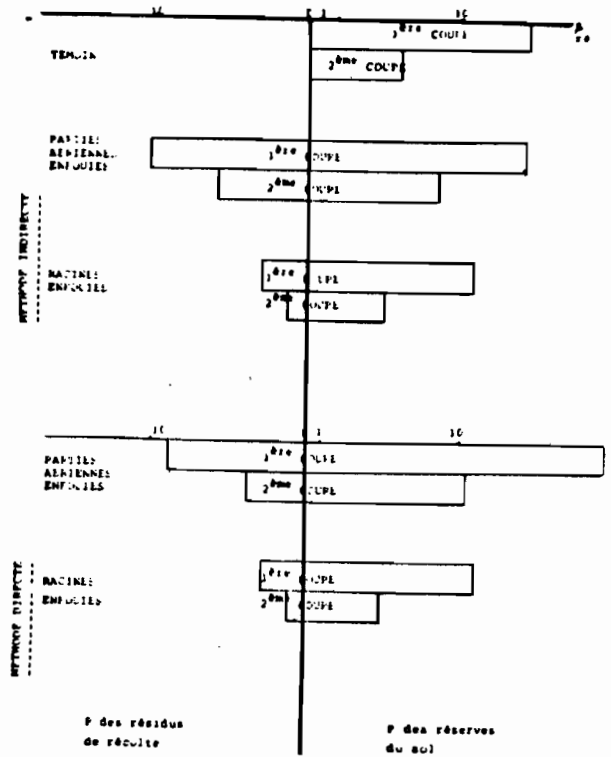
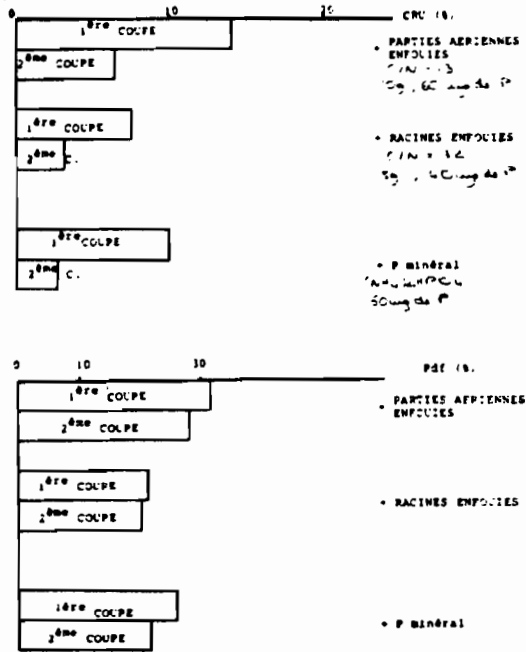


Figure 1 : Utilisation par la plante du Phosphore des fumures organiques et minérales : METHODE DIRECTE

Figure 3 : Provenance du Phosphore dans la plante

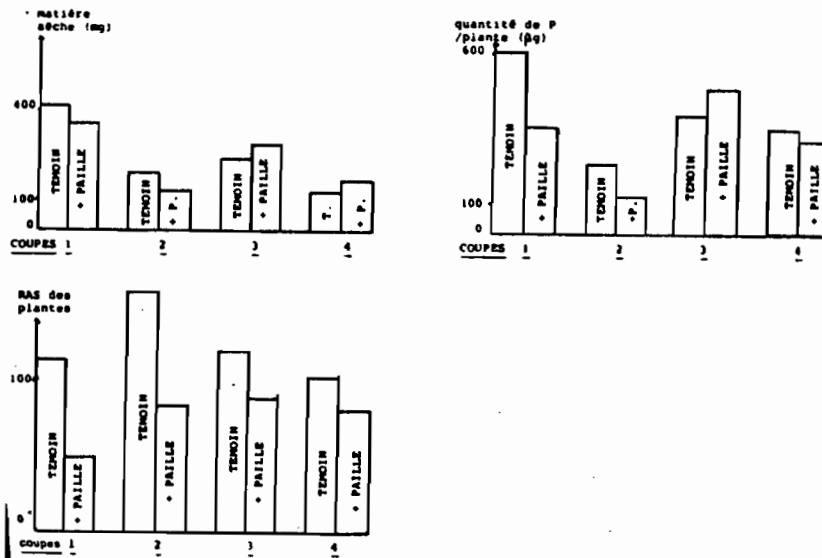


Figure 2 : Utilisation du Phosphore de paille enfouie METHODE INDIRECTE

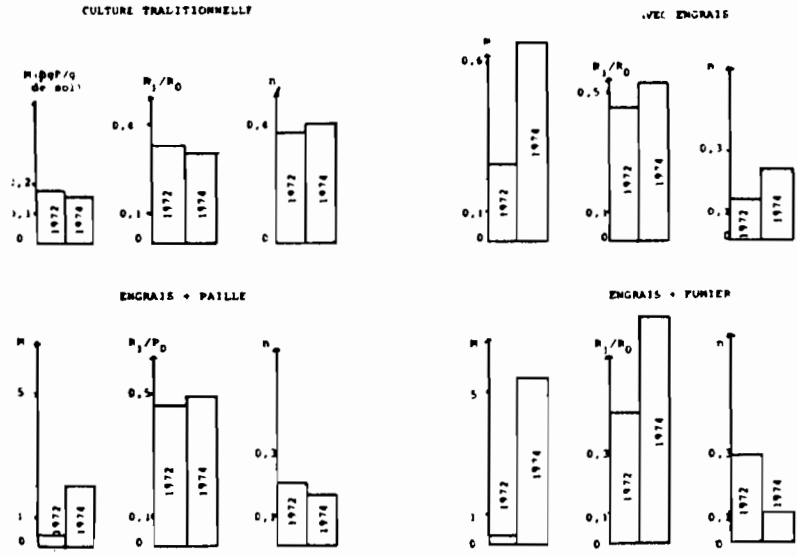


Figure 4 : Essais en CASAMANCE

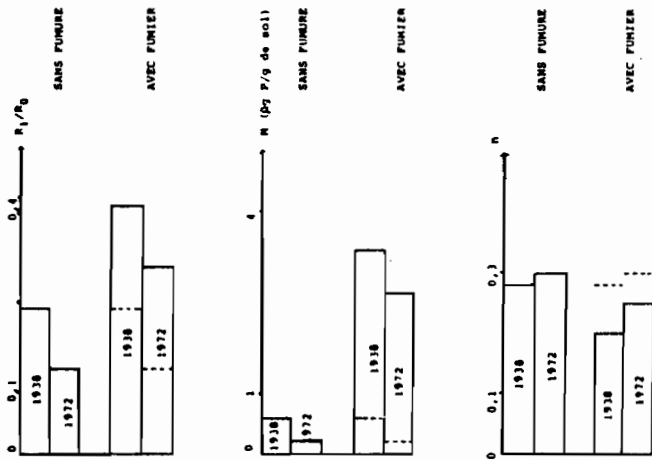


Figure 5 : Dispositif DEHERAIN

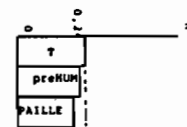
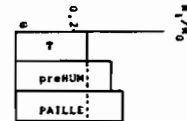
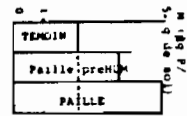


Figure 6 : Dispositif des 36 parcelles

Objet : Participation à GEMOS, 29-30/05/85
Jérôme GUERIF

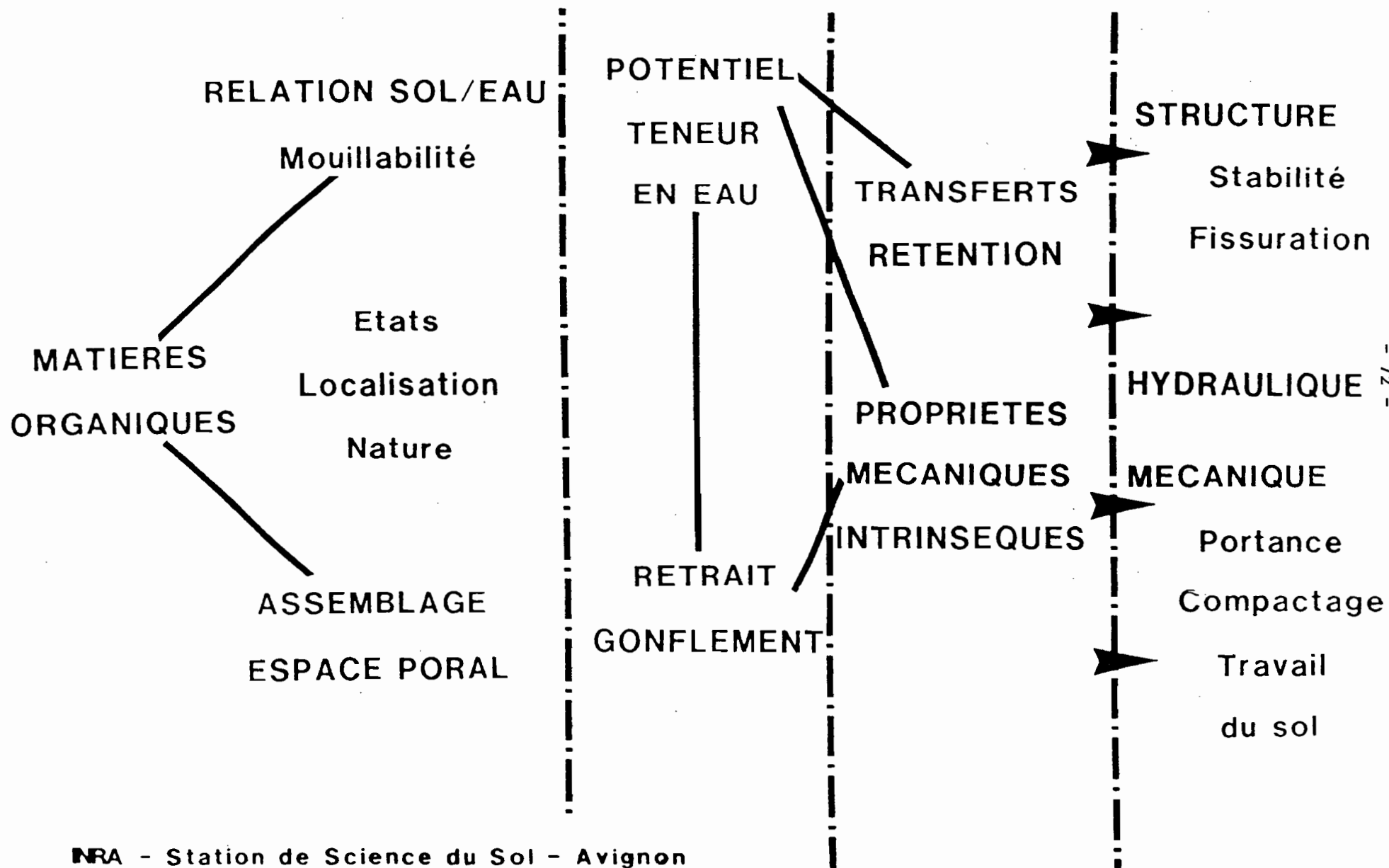
INRA/CRA - Domaine Saint Paul - 84140 MONTFAVET

**Titre : INFLUENCE DES MATIERES ORGANIQUES SUR LES PROPRIETES
PHYSIQUES DES SOLS**

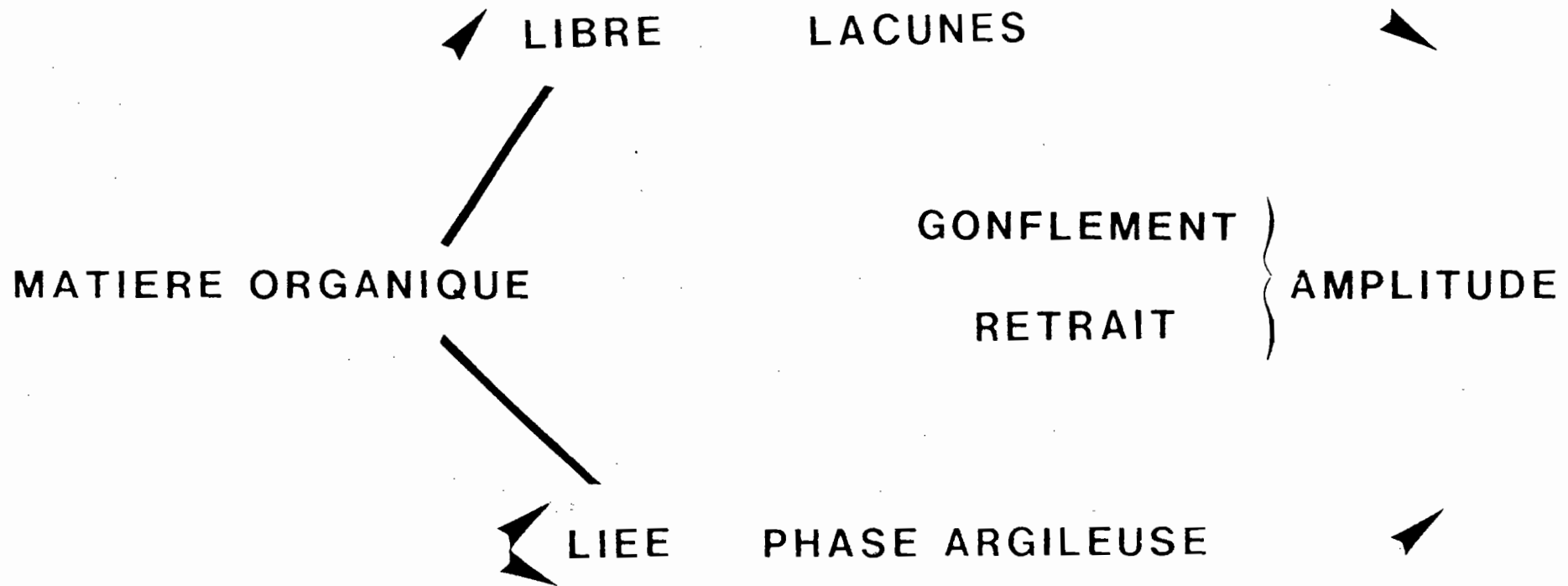
Résumé :

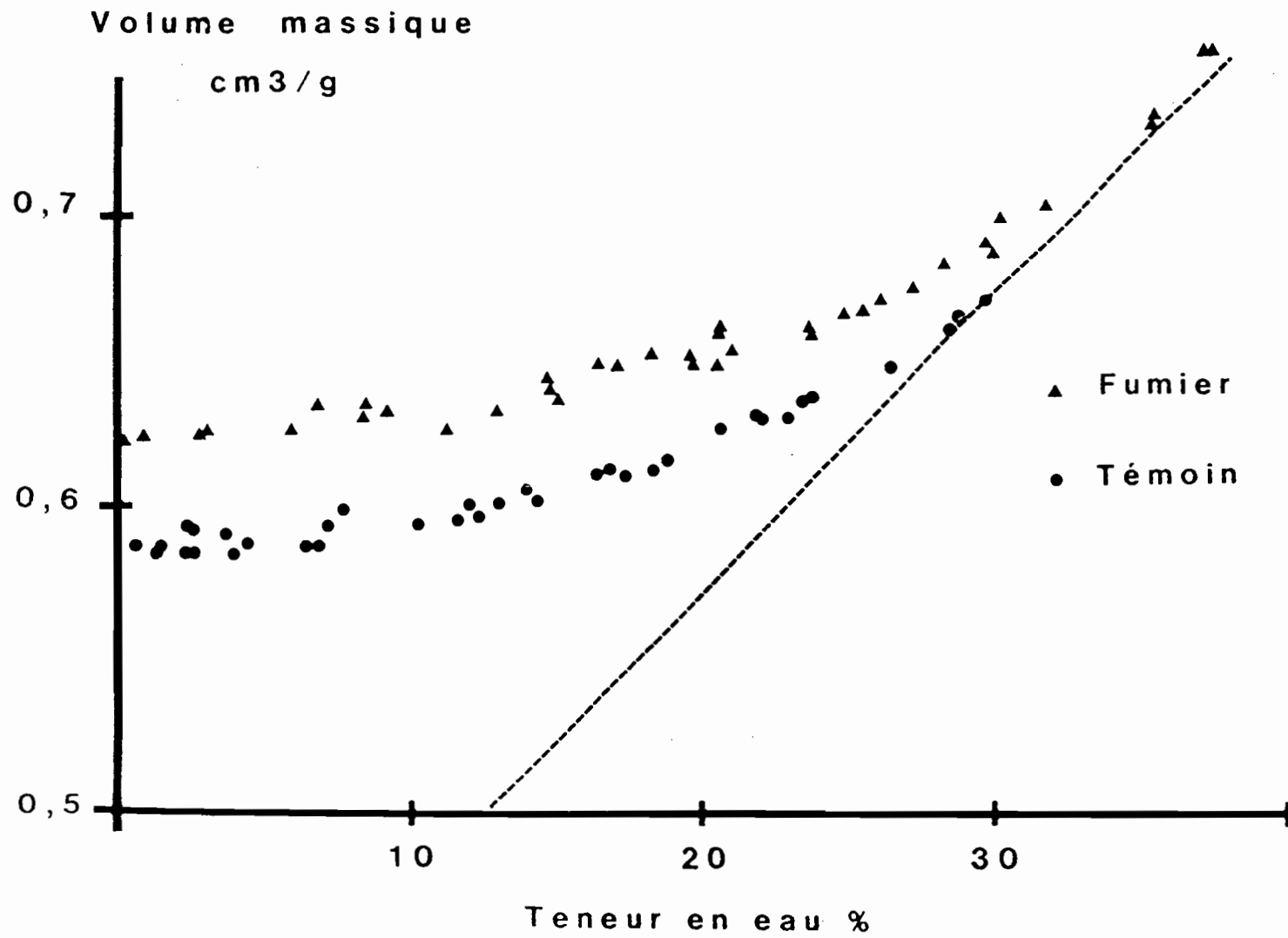
Les modifications du statut organique des sols consécutives aux systèmes de cultures et à leurs évolutions peuvent être à l'origine de modifications de certains comportements physiques des sols.

La prévision de la stabilité de ces systèmes de culture, le souci de mieux gérer le statut organique des sols nécessite une compréhension des relations matières organiques-propriétés physiques. De nombreux travaux existent en la matière, mais la diversité des approches en rend la synthèse difficile.

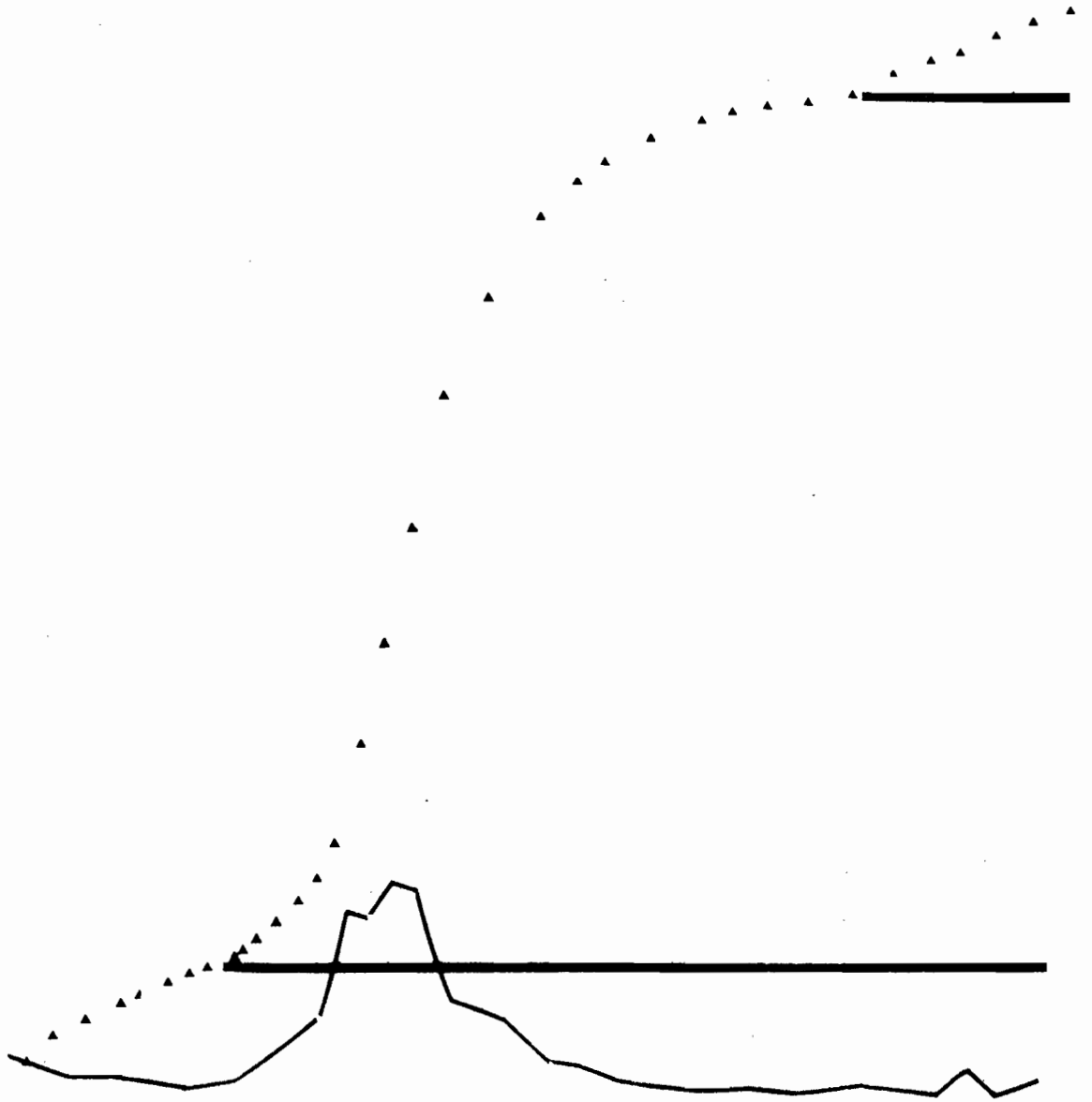


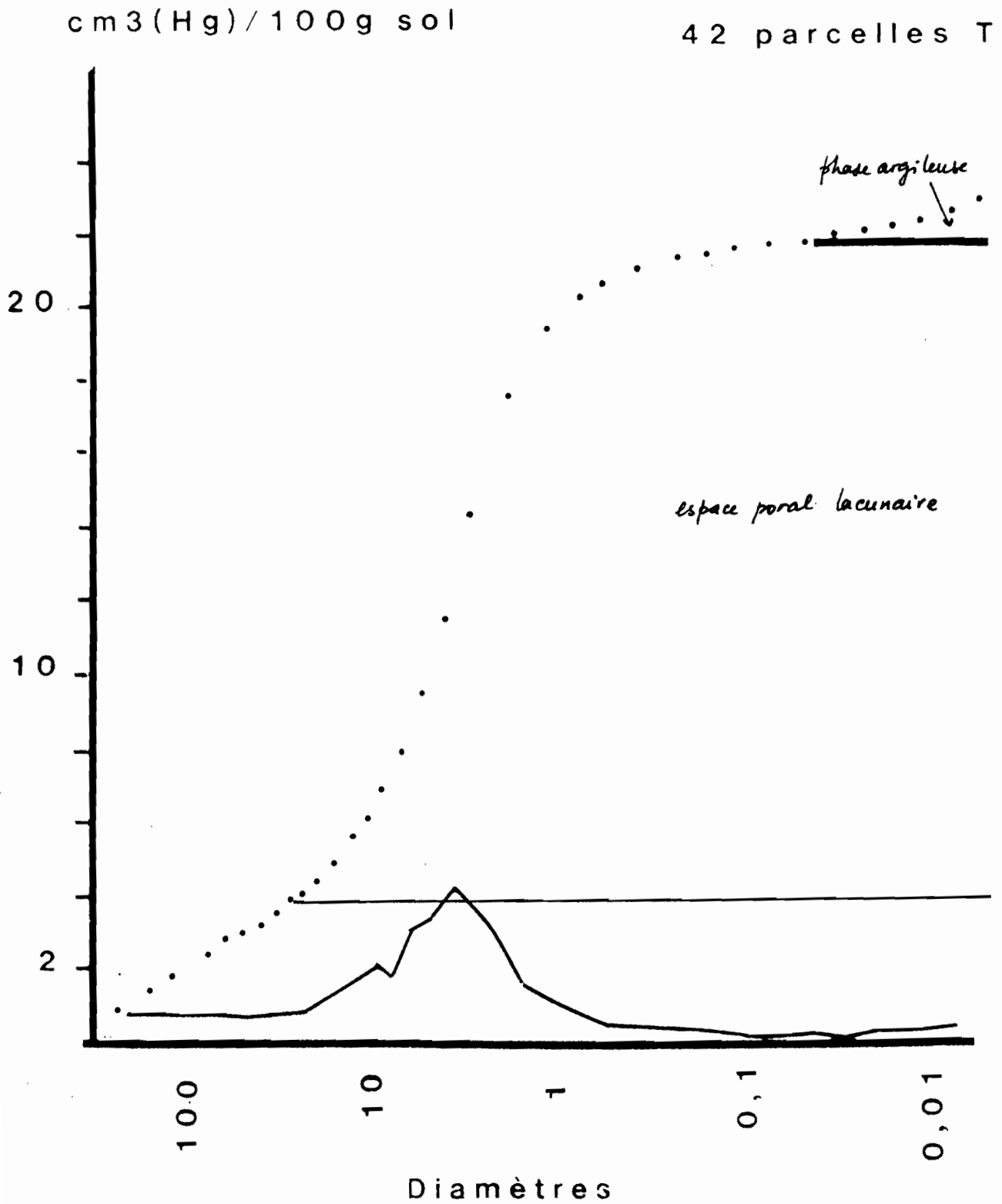
ESPACE PORAL , ASSEMBLAGE





FUM





POTENTIEL/TENEUR EN EAU

◀ TENEUR en EAU à un POTENTIEL $\left\{ \begin{array}{l} f(\text{POTENTIEL}) \\ \text{CONSTANTE} \end{array} \right.$

◀ MOUILLABILITE $\left\{ \begin{array}{l} \text{M.O.} \left\{ \begin{array}{l} \text{NATURE} \\ \text{LOCALISATION} \end{array} \right. \\ \text{fonction du temps} \end{array} \right.$

◀ HYSTERESIS à l'HUMECTATION

HYDRAULIQUE

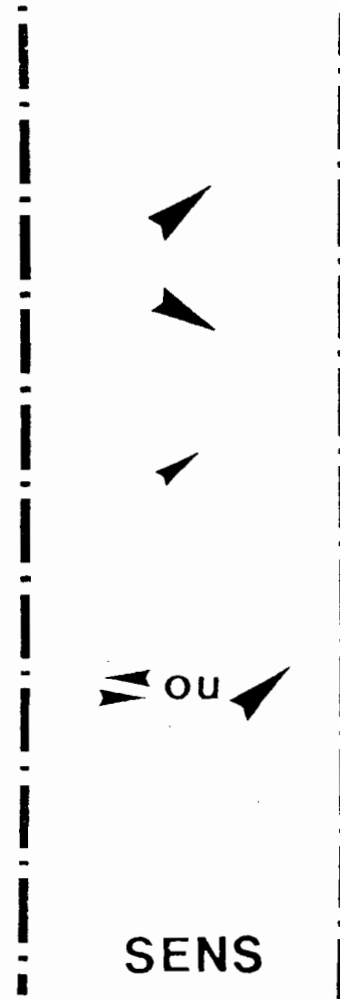
TRANSFERTS

MULCH

K en saturé

K f(θ)

RESERVE



> 10 %

< 10 %

ARGILE

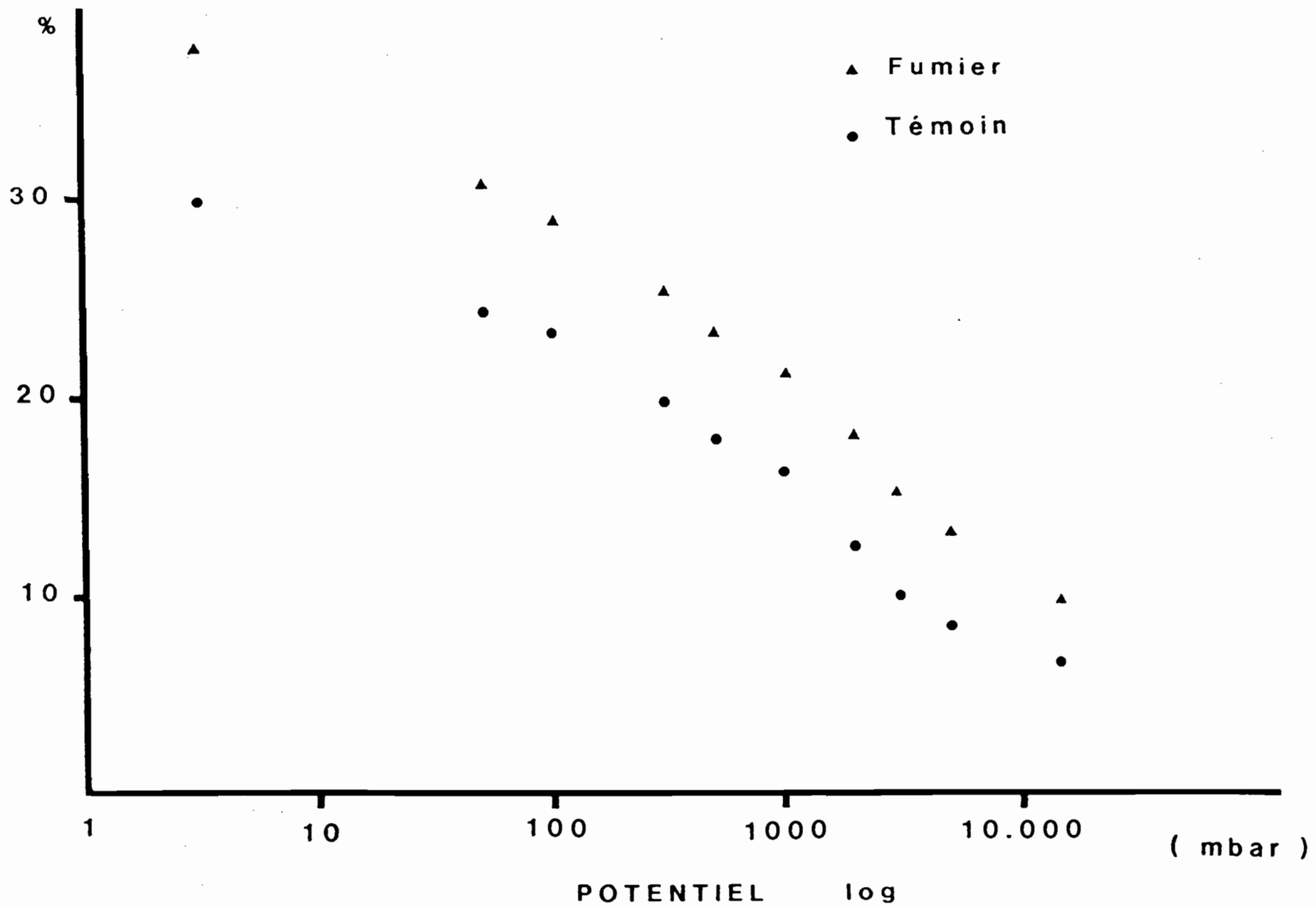
ARGILE

ou

SENS

INTERACTION

Teneur en Eau



The effect of organic matter (OM) and bulk density (ρ_b) on the saturated hydraulic conductivity (K_0) and unsaturated hydraulic conductivities ($K_{-10 \text{ kPa}}$, $K_{-1500 \text{ kPa}}$) of Mt Burr Sand at -10 and -1500 kPa matric potentials

(Standard errors of the mean for K_0 are based on five observations)

OM (% loss on ignition)	ρ_b (g cm^{-3})	K_0	$K_{-10 \text{ kPa}}$ (cm hr^{-1})	$K_{-1500 \text{ kPa}}$
0.012	1.4	157 ± 10	2.5×10^{-3}	2.5×10^{-14}
	1.5	87 ± 10	3.5×10^{-3}	2.5×10^{-13}
0.97	1.4	43 ± 3	2.2×10^{-3}	10^{-10}
	1.5	24 ± 2	4×10^{-3}	3.5×10^{-9}
2.46	1.4	16 ± 0.8	8.5×10^{-3}	8×10^{-8}
	1.5	10 ± 0.3	9.5×10^{-3}	8×10^{-8}

(d'après SANDS & al.)

PROPRIETES MECANIKUES

GLOBALES

- COMPRESSIBILITE
- ELASTICITE
- TASSEMENT



M O/A

INTRINSEQUES

- COHESION
- ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE



ARGILE { M.O.LIEE
M.O. LIBRE

SENS

INTERACTION

résistance à l'écrasement

	inf. à 16kg/cm ²	entre 16 & 23	sup. à 23kg/cm ²
moyenne	13,34	19,52	28,19
ec. type	2,13	2,29	4,63
M.O.%	1,80	1,62	1,42

L 2

STRUCTURE DU SOL

POROSITE

↙ > 10%

↘ < 10%

ARGILE

STABILITE STRUCTURALE



M.O./ ARGILE /type
Biomasse-M.O. Libre

ACTIVITE STRUCTURALE

FISSURATION



ARGILE

SENS

INTERACTION

STRUCTURE DU SOL

POROSITE

↙ > 10%

↘ < 10%

ARGILE

STABILITE STRUCTURALE



M.O./ ARGILE /type
Biomasse-M.O. Libre

- 84

ACTIVITE STRUCTURALE

FISSURATION



ARGILE

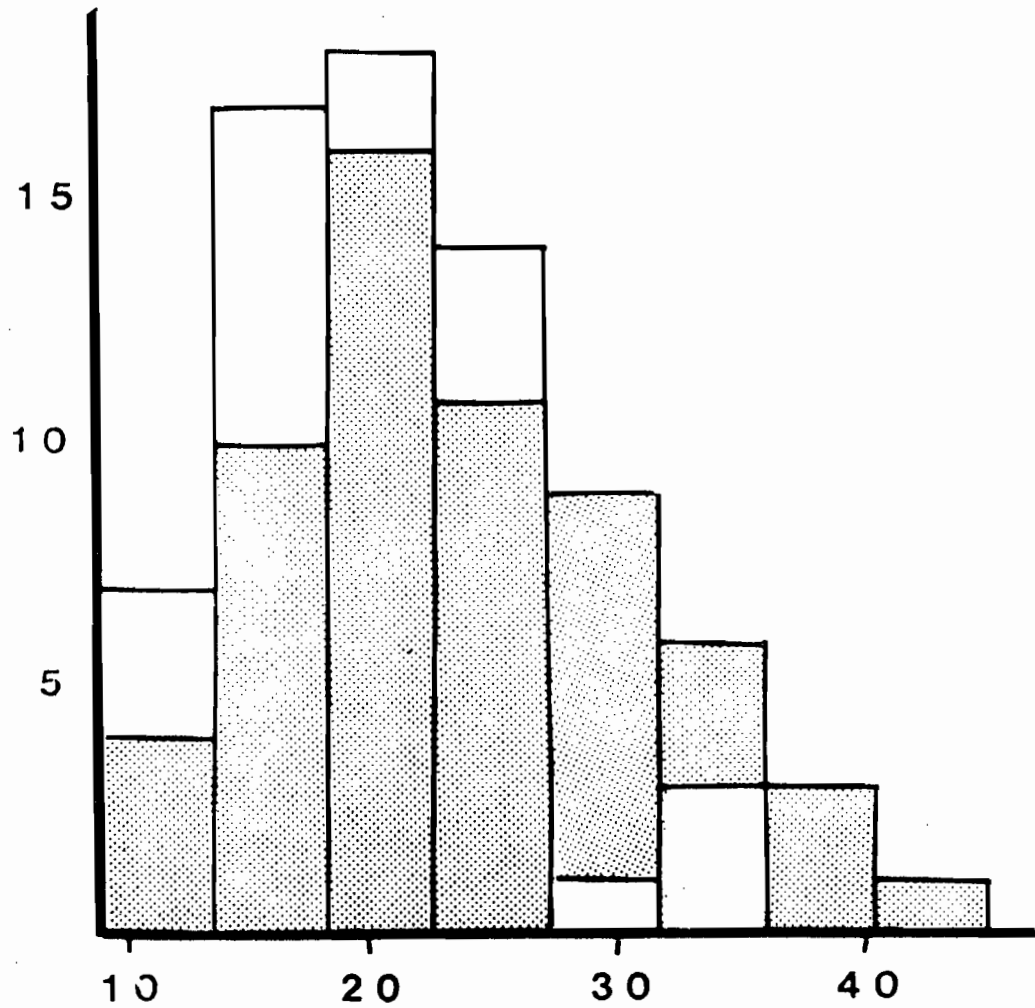
SENS

INTERACTION

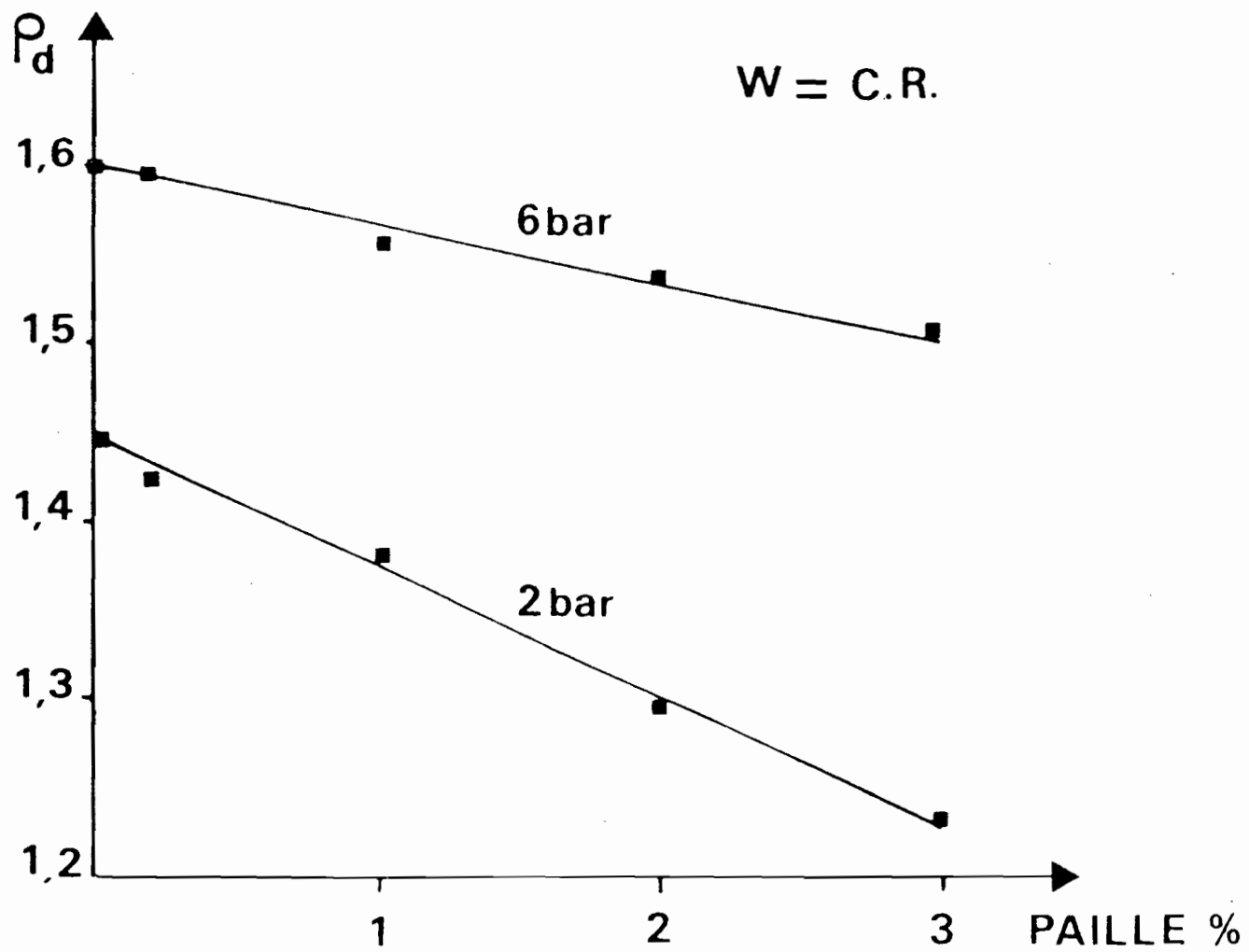
nombre d'individus

 L 0

 L 2



résistance à l'écrasement
Kg/cm²





Modification: assemblage

- constituants min^x
- éléments struct^x

↗ porosité . drainage
• terres creuses

Propriétés mécaniques

- ↘ retrait / gonflement
- ↘ tassement
- ↗ portance

(jours disponibles)
(parasites)

Consommation {
N
O₂

- faim d' N
- asphyxie

Mouillabilité ↘

- stabilité structurale ↗
- hystérésis ↗ à l'humectation

↗ réserve des sols légers

↑
MO/A

↓

↗ stabilité structurale

propriétés mécaniques ?

N
libérée

Stabilité
structurale

