

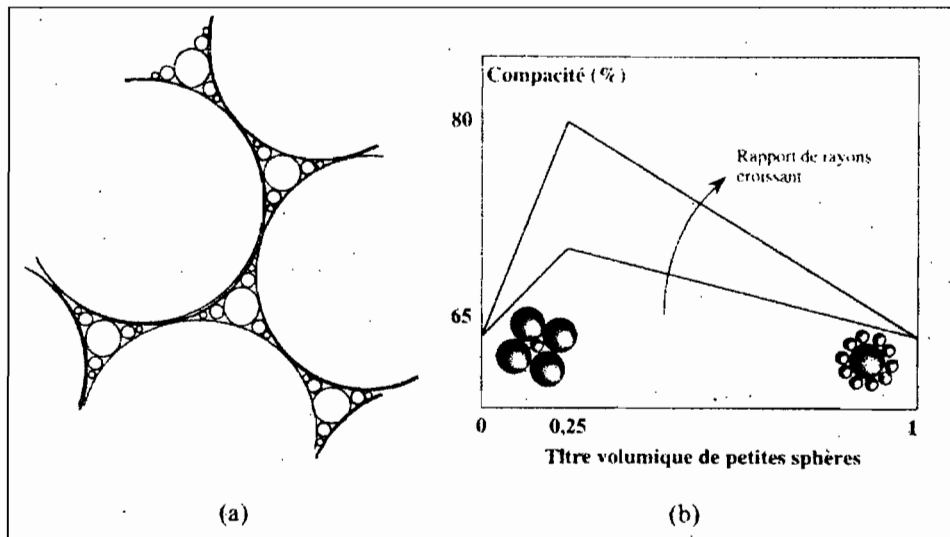
**Les sols cultivés à fortes contraintes physico-chimiques
des régions chaudes.
Constituants, transferts, et dynamiques rapides de dégradation.**

Chantier 'Thaïlande'

**Improving the management of salt-affected soils.
Case of saline patches in rainfed paddy fields in Northeast
Thailand.**

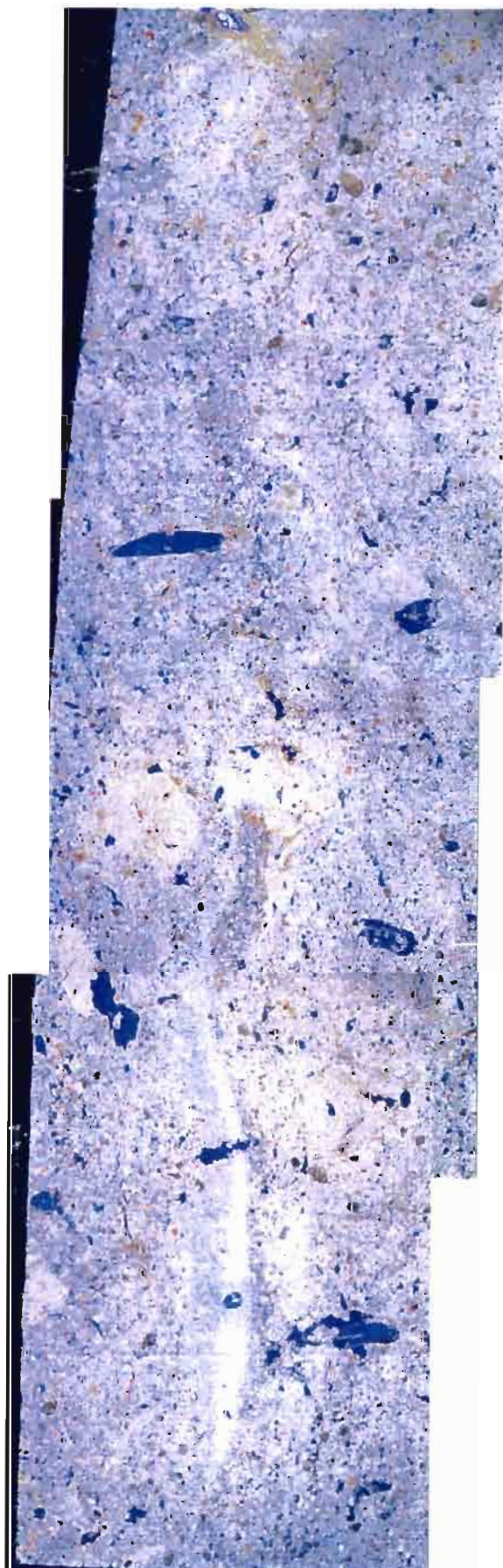
SORTIE DE TERRAIN – 4 OCTOBRE 2003

Réorganisation des sols sableux



1ere partie :

Organisation et nature des constituants



Lame mince observée à la loupe binoculaire

(coupe de 10 m ; en-dehors de la tache saline ;
25 cm de profondeur)

Champs : 4cm x 1 cm

Eclairage : lumière naturelle en diascopie et lumière UV
en épiscopie →

BLEU : la porosité

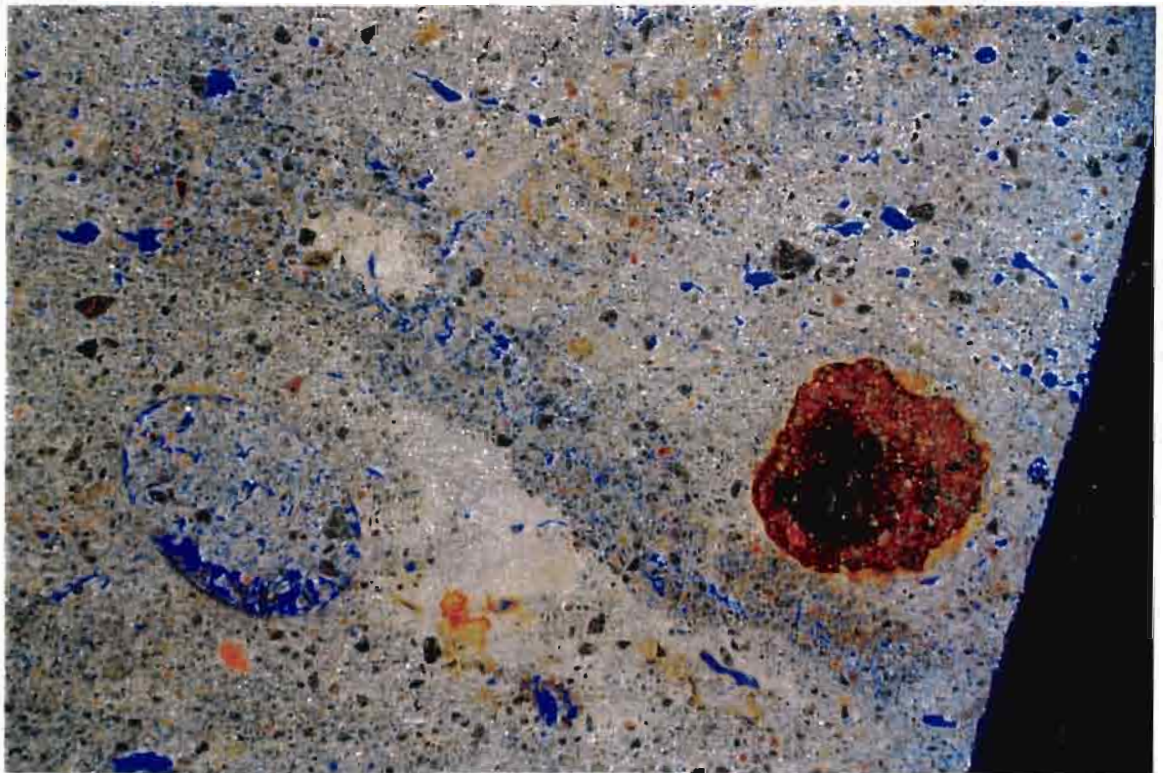
JAUNE/ORANGE : argile + oxydes de fer

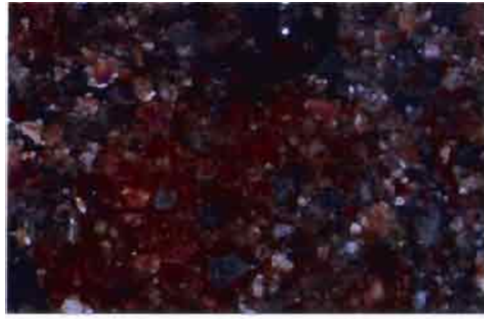
BLANC (transparent) : les grains de quartz

Forte hétérogénéité dans l'organisation des grains de quartz :

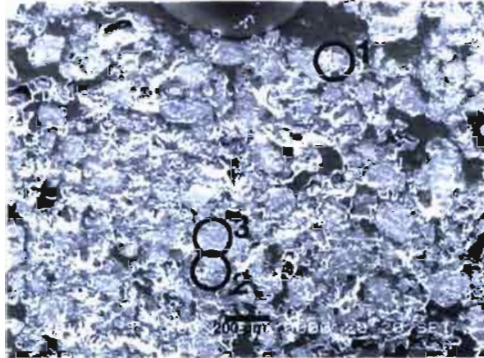
- des zones avec un entassement très serré de grains de quelques dizaines de micromètres, porosité absente (à cette échelle d'observation) ;
- des zones d'entassement beaucoup plus lâche, porosité d'entassement nettement visible,
- des pores de grande taille, probablement d'origine biologique, qui recoupe ces zones.

La phase plasmique est parfois en remplissage de la porosité d'entassement, parfois en revêtement des pores.

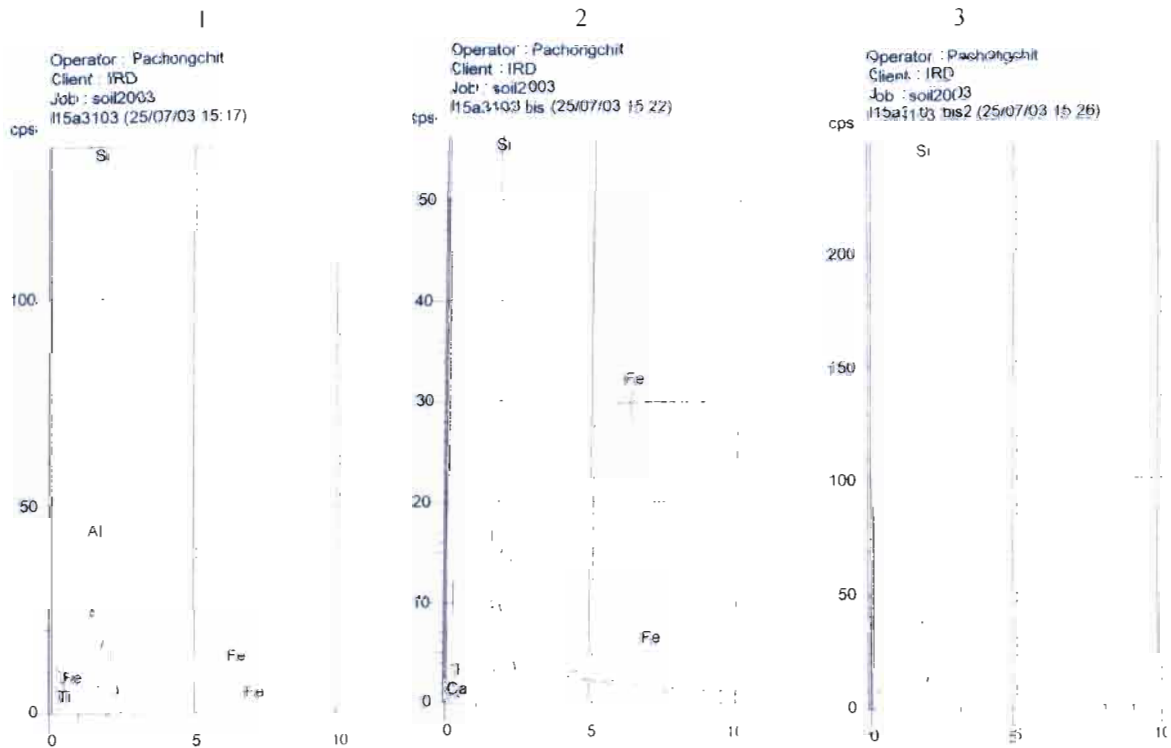




Lame mince observée en microscopie optique (lumière naturelle transmise)



Même zone observée au microscope électronique à balayage



Utilisation des rayons en cours d'observation MEB pour analyse ponctuelle :

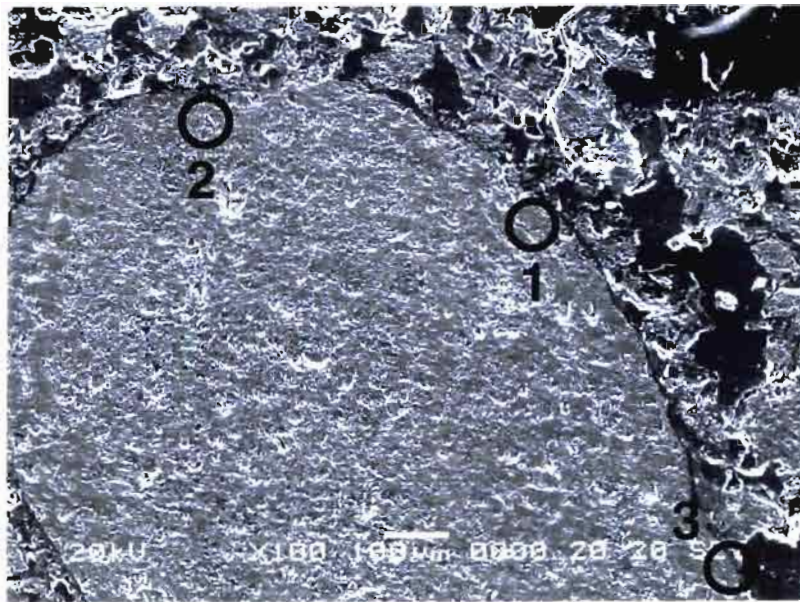
- 1- Si & Al : revêtement argileux + silice
- 2- Si & Al + fer : même type de revêtement + nette présence de fer
- 3- en guise de contrôle nous avons analysé un grain de quartz, nettement visible en microscopie optique et reconnaissable au MEB ; le signal est bien constitué uniquement de la raie caractéristique de la silice.



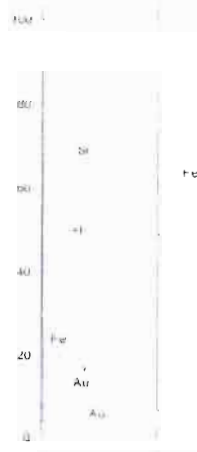
Ci-dessus : module ferrugineux observé en microscopie optique (lumière naturelle transmise)

Ci-dessous : la même zone observée au MEB + analyse RX

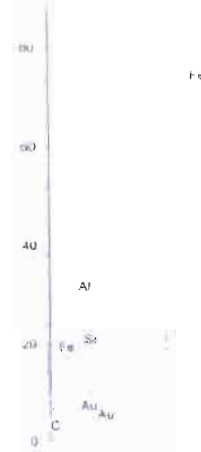
- zone 1 (au milieu) : fer dominant l'argile
- zone 2 (à gauche) : fer et argile identique
- zone 3 (à droite) : argile et silice nettement dominant.



Operator: Pachongchai
Client: IRD
Job: so42003
115a3104 bis (25/07/03 15:44)



Operator: Pachongchai
Client: IRD
Job: so42003
115a3104 (25/07/03 15:48)



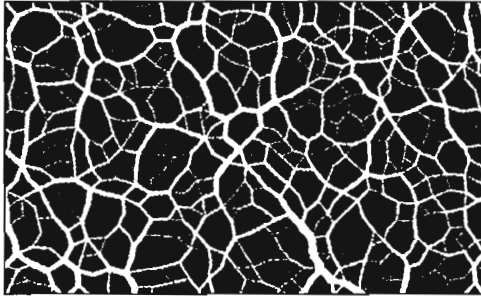
Operator: Pachongchai
Client: IRD
Job: so42003
115a3104 bis2 (25/07/03 15:51)



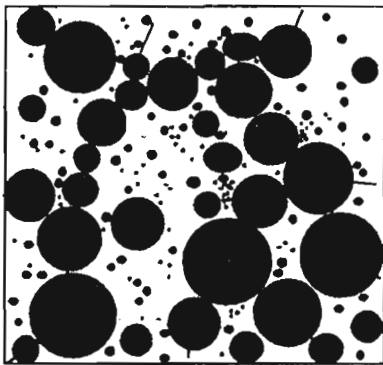
2e partie :

**processus et facteurs
de réorganisation des sols sableux**

Contraintes mécaniques :



Les chaînes de force à travers un entassement de billes apparaissent en blanc (les lignes sont d'autant plus épaisses que les grains sont soumis à une contrainte importante. La répartition des forces est très hétérogène : les particules qui ne participent pas aux chaînes de force peuvent être mobilisées (d'après Radjai *et al.*, 1997)



Dans un milieu granulaire, il est démontré que les contraintes mécaniques ne se transmettent pas de manière homogène mais suivent des 'chaînes de forces'.

Plus la contrainte mécanique est élevée, plus la chaîne est stable (les grains s'emboîtent).

D'un autre côté, les grains qui ne participent pas à ces chaînes restent libres de se réarranger par rapport aux grains environnants.

Représentation schématique des chaînes de forces dans un massif de grains rigides similaires aux sols de la région de Khon Kaen.

Saturation d'eau :

Nos résultats antérieurs sur la dynamique de dégradation structurale des sols sableux cultivés de haut de versant ont montré qu'il existe un effondrement de la structure au-delà d'une valeur seuil de teneur en eau ('slumping').

Sur des lames minces de sols de rizière nous avons observé une forte hétérogénéité de l'organisation :

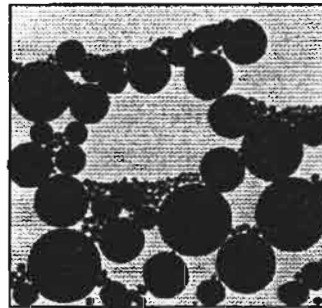
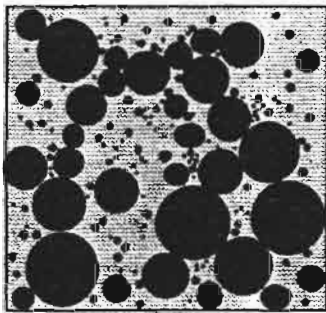
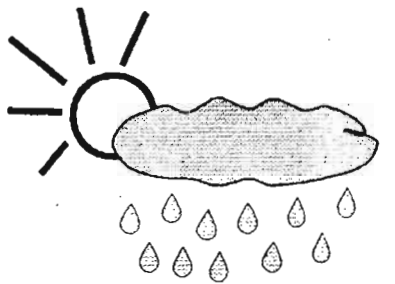
- des éléments fins d'environ une dizaine de micromètres se concentrent dans certaines zones laissant une porosité d'entassement micrométrique ;
- d'autres zones correspondent à un entassement plus lâche de grains grossiers avec une porosité d'entassement de quelques dizaines ou centaines de micromètres.

La densité apparente mesurée à l'aide d'un cylindre de 100 cm³ donnera une valeur de porosité qui moyennera ces 2 extrêmes et ne permettra pas de rendre compte des propriétés hydrodynamiques du matériau à savoir : i) faible drainage en conditions humides et ii) remontées capillaires potentiellement importante (plusieurs mètres si le rayon de constriction est de quelques dizaines de micromètres).

Nous chercherons donc à vérifier donc l'hypothèse suivante :

au-delà d'une valeur seuil de teneur en eau, il y a annulation des forces de frictions pour les grains qui ne participent PAS aux chaînes de force.

Les études faites sur des milieux modèles (Paris VI – Jussieu) montrent qu'il existe une ségrégation des grains suivant leur taille. Or nous observons effectivement ce phénomène de ségrégation sur le terrain (voir photographies).



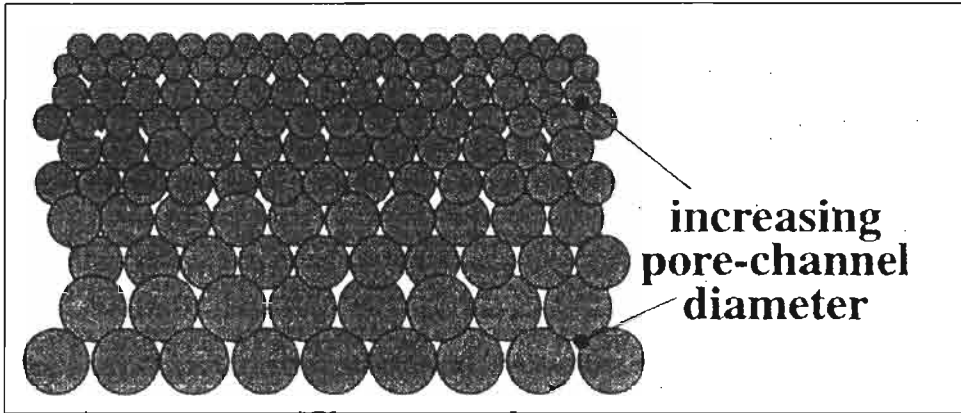
Représentation schématique du réarrangement de grains rigides sous l'effet de la saturation en eau dans les sols de la région de Khon Kaen.

Cette réorganisation des constituants peut réduire considérablement l'infiltrabilité du milieu même si l'augmentation de densité apparente reste faible.

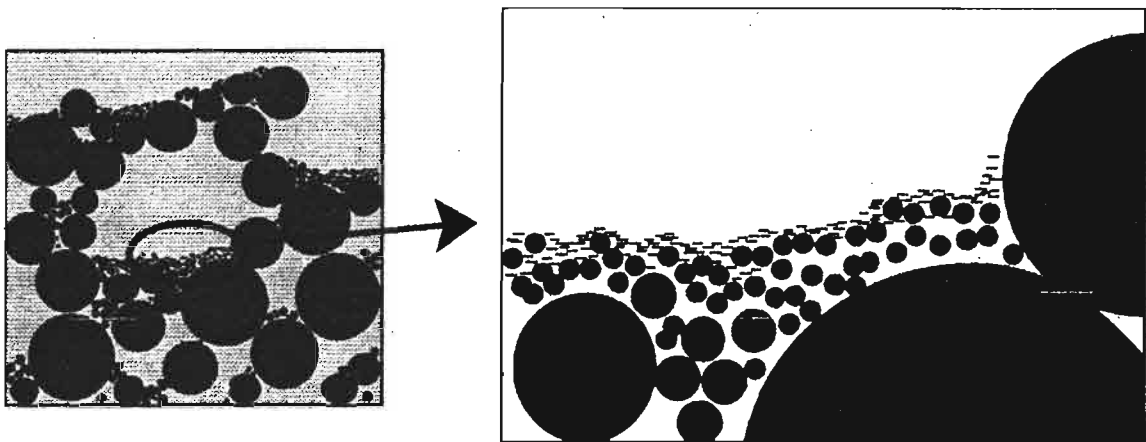
Effet de filtre

Dans le sol, la fraction argileuse (particules $< 2 \mu\text{m}$) comprend i) des grains de quartz inerte et ii) des argiles minéralogiques (phytosilicates d'alumines) possédant des charges de surface. Les argiles minéralogiques sont sensibles aux caractéristiques de la solution du sol (dispersion/floculation).

L'eau de drainage peut entraîner les argiles dispersées. Ces argiles peuvent être retenues par les particules rigides micrométriques dont la porosité d'entassement est de taille inférieure au micromètre. L'empilement de grain rigide agirait comme un filtre retenant les argiles en suspension. L'accumulation d'argiles réduirait encore un peu plus la perméabilité du milieu et augmenterait sa compacité et sa résistance à la pénétration à l'état sec.



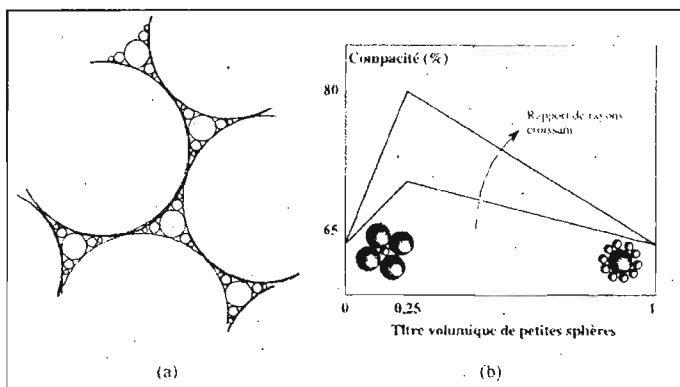
L'accumulation de particule de plus en plus fine décroît la taille des pores : le milieu peut alors agir comme un filtre vis-à-vis des lessivas (d'après Hong, 1997)



Représentation schématique des changements d'organisation de la fraction argileuse au sein d'un matériau où la fraction sableuse est largement dominante.

Maximum de compacité

Modèle 'd'Appollonius' = entassement le plus compact



(a) Modèle de remplissage construit de façon itérative conduit à la compacité maximale. (b) La compacité d'un mélange binaire présente un maximum pour une teneur en petite sphère de l'ordre de 25 % ; la compacité maximale augmente quand le rapport des rayons croît (d'après Guyon et Troadec, 1994)