



HAL
open science

Etude experimentale sur la genese et la mise en place des encroutements gypseux

C. Plet-Lajoux, Gwendal Monnier, G. Pédro

► **To cite this version:**

C. Plet-Lajoux, Gwendal Monnier, G. Pédro. Etude experimentale sur la genese et la mise en place des encroutements gypseux. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Série D, Sciences naturelles, 1971, 272, pp.1-4. hal-02730239

HAL Id: hal-02730239

<https://hal.inrae.fr/hal-02730239>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PÉDOLOGIE. — *Etude expérimentale sur la genèse et la mise en place des encroûtements gypseux.* Note (*) de M^{me} **Christine Plet-Lajoux**, MM. **Gérard Monnier** et **Georges Pedro**, présentée par M. Louis Glangeaud.

Les encroûtements de sels solubles et en particulier les encroûtements gypseux, qui sont reconnus dans les régions arides de la surface du globe, se développent généralement sur une épaisseur de 1 à 1,50 m et sont caractérisés par une grande pauvreté en éléments matriciels. Si l'on considère les hypothèses formulées au sujet de leur genèse, il ressort que la plupart de ces formations résulteraient de l'évaporation d'une nappe d'eau séléniteuse à travers un matériau meuble de couverture. Mais, le processus que l'on suppose être responsable de leur mise en place, soulève au demeurant de nombreux problèmes, parmi lesquels nous avons plus spécialement retenu ici les aspects concernant, d'une part la consolidation du matériau initial et d'autre part, le devenir du support squelettique, qui apparaît toujours très diffus au sein des encroûtements naturels. Nous avons envisagé ainsi d'aborder l'étude de ces problèmes par voie expérimentale et de réaliser une expérience préliminaire qui permette d'analyser aisément un certain nombre de phénomènes relatifs à la nature cristalline et à la localisation du dépôt en fonction de paramètres simples et convenablement contrôlés (¹).

L'expérience consiste à provoquer le dépôt du sel au niveau du front d'évaporation de la frange capillaire d'une colonne de sable baignant par la base dans une solution binaire composée de sel et d'eau, dont le niveau est maintenu constant dans un béccher par le réajustement quotidien de la solution-mère.

Le matériau meuble, constitué par un sable de composition granulométrique déterminée, est débarrassé de ses impuretés minérales ou organiques, puis tassé dans des colonnes de plexiglass afin de pouvoir évaluer convenablement la porosité initiale du squelette qui servira de support aux cristaux d'évaporites. Une toile de nylon fixée à la base du tube retient le sable et permet à celui-ci de tremper dans une solution saline simple contenant 2 270 mg/l de CaSO₄, donc proche de la saturation. Le flux ascendant de la solution est accéléré au moyen de lampes à infrarouge qui irradient la surface du sable et maintiennent une température de 44 ou 68 °C suivant les cas ; le pouvoir évaporant initial du système est ainsi voisin de 10 mm/jour.

Les données résultant de l'évolution expérimentale ont été obtenues de deux manières :

- quotidiennement, par la mesure du débit de l'eau évaporée et par l'observation visuelle du développement des encroûtements ;
- en fin d'expérience, par une série de déterminations concernant l'humidité, la teneur en gypse et la porosité de la zone encroûtée : l'humidité a été évaluée par double pesée avant et après passage à l'étuve des échantillons ; quant au dépôt, il a été étudié par voie chimique (dosage du Ca⁺⁺ en photométrie de flamme) et minéralogique (examen par diffraction X et à l'aide de la thermogravimétrie).

Des expériences conduites suivant le protocole décrit précédemment se sont étalées respectivement sur une durée de 13 jours, 20 jours et 49 jours. Il résulte de l'analyse de ces trois essais (tableau I) que :

— un dépôt se développe effectivement dans les différents cas ; il est localisé au front d'évaporation de la frange capillaire sur 5 mm d'épaisseur, ce qui correspond à la hauteur de sable affectée par le battement quotidien de la nappe dû à l'évaporation de l'eau ;

— l'accumulation de sel dans la zone de précipitation est nette et rapide ; en effet, la teneur en CaSO_4 , qui est de 3 % (résultat pondéral) au bout de 13 jours, s'élève à 32 % en 49 jours ;

— le dépôt s'accompagne dans tous les cas d'une consolidation du sable, même dans l'expérience la plus courte où la concentration en gypse dans le niveau n'atteint que 3 % ;

— enfin, la zone encroûtée est humide ; signalons toutefois que sa porosité totale n'est pas saturée, tandis que celle du sable sous-jacent l'est sur toute la hauteur de la frange capillaire.

TABLEAU I

Durée.	13 jours	20 jours		49 jours	
		Gypse (% vol.)	Gypse (% vol.)	Porosité initiale du sable (%)	Gypse (% vol.)
Profondeur (mm)					
5	1,4	2,4	—	14,0	17,0
10	0,7	2,15	—	14,0	17,2
15	0,3	0,3	—	0,3	40,0
20	0,13 (*)	0,13	46	0,13 (*)	46,0

(*) 0,13 correspond au CaSO_4 dans la solution à ce niveau.

Le point le plus marquant de cet ensemble de résultats concerne l'existence d'une induration pour une teneur très faible en gypse. De ce fait, la cohésion obtenue dans la zone encroûtée ne peut pas résulter de la formation d'un réseau continu de sel emprisonnant les grains de sable, elle découle donc de la mise en œuvre d'un autre processus, que l'on a essayé d'atteindre par l'étude des porosités et l'examen microscopique de lames minces.

Les données relatives aux porosités initiales et finales des niveaux encroûtés sont consignées dans le tableau II.

Elles font apparaître d'un côté, un accroissement notable de la porosité matricielle pour des teneurs en gypse relativement faibles et d'un autre, un accroissement, puis une diminution lente de la porosité totale de l'encroûtement. Ces résultats sont d'ailleurs en accord avec les examens microscopiques qui montrent effectivement que les cristaux de gypse tendent à se développer aux points de contact entre les grains de sable et, de ce fait, à les écarter progressivement les uns des autres. Ainsi,

TABLEAU II

Granulométrie du sable initial	Porosité initiale sable (%)	Porosité encroûtement sable + hémi- hydrate (%)	Porosité sable pur (%)	Teneur en hémihydrate	
				(% vol.)	(% poids) (2)
100-200 μ	42	48,2	52,4	3,66	8,5
200-280 μ	42	40,0	46,2	4,56	10,6
100-200 μ	42	40,9	47,3	4,78	11,1
200-280 μ	42	37,5	45,2	5,47	12,7
100-200 μ	42	37,8	51,7	8,87	20,6
630-1 000 μ	45	38,3	54,0	11,29	26,2
200-280 μ	46	36,9	58	12,93 (*)	30 (*)

(*) Valeurs exprimées en gypse et non en hémihydrate.

le dépôt obtenu ne résulte pas d'un simple remplissage des pores, mais provoque une modification fondamentale de l'assemblage caractérisant le niveau dans lequel se fait l'induration.

Un autre point reste à envisager : c'est celui qui concerne les questions relatives aux teneurs en eau et au régime d'évaporation du système expérimental. En effet, si l'on considère la position de la zone consolidée par rapport au niveau initial de l'encroûtement (tableau III), on constate que, sans modifier les conditions expérimentales qui ont présidé à la genèse d'un dépôt sur une épaisseur de 5 mm, l'encroûtement a progressé *vers le haut* et a atteint une épaisseur de 10 mm en un an. Or, il est évident que le dépôt de sel ne peut se développer vers le haut que dans la mesure où la solution se déplace elle aussi. Comme le niveau de la solution saline dans laquelle baigne le sable est resté constant, on est amené à penser que la solution est montée par capillarité et qu'elle s'est déplacée en empruntant les pores plus fins ; ceci peut être rapproché des variations de porosité enregistrées au niveau de l'encroûtement et surtout (tableau I) de la non-saturation en eau de cette porosité.

TABLEAU III

Durée (mois)	3	5	6	7	12
Cote par rapport à la surface du tube (cm)	Du niveau supérieur de l'encroûtement				
	1,3	1,1	0,7	0,4	0,3
	De la base de l'encroûtement				
	1,7	1,4	1,5	1,5	1,6

D'un autre côté, l'examen des courbes d'évaporation des différentes colonnes de sable établies au cours du temps, montre que le débit très important au début de l'expérience tend à *diminuer* de façon très sensible au cours des 50 premiers jours ; par la suite, il évolue de manière irrégulière, mais n'atteint plus jamais les valeurs initiales (tableau IV).

TABLEAU IV

Durée (jours)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Débit d'évaporation (mm)	94	93	44	47	37,5	26	30	31	34	24	28	23	28	33

En conclusion, et sans préjuger des mécanismes susceptibles d'intervenir pour des conditions autres que celles prises en compte dans le dispositif adopté (en particulier pour celles où des pertes d'eau peuvent se produire par l'intermédiaire d'un enracinement), il apparaît que les caractères des encroûtements naturels que nous avons été amenés à considérer sont compatibles avec les résultats expérimentaux et le processus que l'on peut en déduire. La consolidation est nettement liée à une disposition particulière du gypse par rapport aux éléments de la matrice, qu'il a d'ailleurs tendance à diluer au sein de la formation résultante. Ce dernier point fournit un élément d'explication à la pauvreté habituelle des encroûtements en matériau détritique préexistant. On doit de plus noter que l'extrapolation dans le temps, de la croissance du dépôt vers le haut conduirait effectivement à des formations indurées de gypse *pur*.

(*) Séance du 24 mai 1971.

(1) C. PLET, Introduction à l'étude expérimentale de la formation des encroûtements. Application au cas des encroûtements gypseux, *Thèse 3^e cycle*, Paris, 1969, 74 pages.

(2) Les mesures de porosité des encroûtements correspondent à des sables consolidés par le dépôt d'hémihydrate, étant donné que la majorité des échantillons a été passée à l'étuve à 105 °C avant détermination.

INRA, Laboratoire des Sols, CNRA,
route de Saint-Cyr, 78-Versailles, Yvelines.