

**Zeitschrift:** Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure  
**Herausgeber:** Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure  
**Band:** 40 (1973-1974)  
**Heft:** 97

**Artikel:** Le 4ème symposium international sur le sel à Houston, USA  
**Autor:** Hauber, Lukas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-199106>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **Le 4ème Symposium international sur le sel à Houston, USA**

8–12 avril 1973

par LUKAS HAUBER \*

C'est le 21 avril 1836, à la bataille de San Jacinto, que le Texas se libéra du Mexique qui avait lui-même secoué la tutelle espagnole en 1821. Le Texas s'érigea en république indépendante puis entra en 1845 comme 28ème état dans la fédération des Etats-Unis. A San Jacinto, les Texans étaient commandés par SAMUEL HOUSTON (1793–1863); en reconnaissance, ils baptisèrent leur nouvelle capitale, construite non loin du champ de bataille, du nom de leur chef victorieux.

Les Espagnols, en quête d'or et d'autres richesses, qui avaient foulé le sol texan pour la première fois en 1519, ne pouvaient se douter – pas plus d'ailleurs que les Mexicains qui leur succédèrent –, de l'importance des trésors qui leur échappaient à San Jacinto. La vaste côte du Golfe du Mexique recelait en effet des gisements considérables de pétrole et de sel et aujourd'hui, cette côte revêt une énorme importance dans la planification énergétique qui s'ébauche aux Etats-Unis. On y exploite non seulement des gisements de pétrole et de gaz naturel, de nombreux dômes salins se prêtent de plus admirablement bien à la création de grandes cavernes pour le stockage souterrain des hydrocarbures. Des voies d'accès très favorables permettent aux bateaux-citernes géants de jeter l'ancre pratiquement aux abords mêmes des cavernes.

Il n'est dès lors pas étonnant que Houston ait été choisi comme lieu de réunion de ce 4ème Symposium international sur le sel auquel prirent part quelque 400 spécialistes, délégués par l'industrie, les hautes écoles et l'administration. Plus de 40 d'entre eux provenaient de pays situés en dehors de l'Amérique du Nord.

Le Symposium était divisé en quatre sections différentes qui se réunissaient simultanément. Je me propose de vous présenter ici brièvement l'essentiel des travaux de ces quatre sections, en vous priant d'ores et déjà de faire preuve de compréhension à l'égard du choix que je vous soumets. Il a été pour une part influencé par mes préférences personnelles, et pour le reste, dicté par l'impossibilité dans laquelle je me trouvais de suivre toutes les sections avec la même intensité. Il m'est également impossible de vous redonner les noms des différents conférenciers, et je prends la liberté de vous renvoyer au programme du Symposium.

La section I comprenait des exposés sur la géologie, la minéralogie et la géochimie, consacrés naturellement, pour l'essentiel, au continent nord-américain.

Il est particulièrement intéressant de s'arrêter sur la répartition des dômes salins au Texas et en Louisiane. On distingue nettement deux zones:

\* Société des Salines Suisses du Rhin Réunies, CH-4133 Schweizerhalle

Exposé donné à l'assemblée plénière du Comité Européen d'Etude du Sel à Baden-Baden le 21 mai 1973

- Une première zone septentrionale, qui prend naissance dans l'est du Texas, traverse le nord de la Louisiane, pour atteindre le Mississippi, avec du sel probablement du Trias supérieur / Jurassique inférieur et un recouvrement de 3 à 5000 m.
- Une deuxième zone méridionale, qui s'étend le long de la côte du Golfe du Mexique jusqu'au delta du Mississippi, avec du sel du Jurassique inférieur et un recouvrement qui atteint localement plus de 16 km.

Le début du diapirisme (le commencement de la formation des dômes salins) est encore situé dans la période jurassique, avec un recouvrement sédimentaire d'environ 200 m seulement. A partir du Miocène, la sédimentation prend de plus en plus d'ampleur dans le Golfe. Alors que les dômes salins restent stationnaires dans la zone nord, ceux de la zone sud suivent la sédimentation accélérée et sont aujourd'hui encore partiellement mobiles. Peu à peu, le diapirisme se déplace vers le sud et touche actuellement également les régions mêmes du Golfe du Mexique.

Il nous a également été fait part de nouveautés en provenance du nord de notre planète. On a décelé des gisements salins paléozoïques, probablement permien, au nord de Ellesmere Island et d'Axel Heiberg Island. Bien que des échantillons de sel gemme fassent encore défaut, des évaporites (anhydrite) dans lesquelles on distingue des structures diapiriques se sont dégagées en surface. Des déficits gravimétriques permettent de conclure à la présence de sel.

Quelques gisements salins non-américains ont également fait l'objet d'une mention. On a découvert des gisements de sel dans le NE de la Thaïlande et au Laos qui datent du Crétacé. Leur épaisseur dépasse 1000 m, mais leur recouvrement est faible et provoque des affaissements karstiques et un salage des eaux souterraines.

J'aimerais encore revenir sur un aspect de portée générale: Comme vous le savez, l'ancienne hypothèse de la dérive des continents, émise par WEGENER, a retrouvé un regain d'actualité sous l'étiquette «Plate-Tectonics». Elle part de l'idée que l'Amérique d'une part, l'Afrique et l'Europe d'autre part s'éloignent en dérivant depuis approximativement le Crétacé moyen. En plus des nombreux facteurs d'ordre géophysique, paléontologique et géologique qui parlent en faveur de cette hypothèse, on peut également prendre en considération la répartition des gisements salins pour arriver aux mêmes conclusions. Les couches gypseuses bien connues de la Nouvelle-Ecosse trouvent leur continuation en Irlande. Les sels triasiques et jurassiques de la Gulfcoast correspondent à des sels du même âge au Maroc et au Sénégal. Lorsque les continents commencèrent à se séparer dans le courant du Crétacé moyen, un Océan Atlantique embryonnaire vint prendre place par le sud, entre l'Afrique et l'Amérique du sud, comme aujourd'hui la Mer Rouge entre l'Afrique et l'Arabie. Dans cet étroit bras de mer, des évaporites se sont déposées que l'on trouve maintenant de façon symétrique tant au Gabon, au Congo et en Angola d'une part qu'au Brésil d'autre part. Elles ont le même âge géologique. D'autres faits sont encore plus manifestes: un minéral rare, mélange de chlorure de calcium et de magnésium, le tachyhydrite, a été découvert absolument parallèlement au Congo et dans le bassin de Sergipe au Brésil. On peut ainsi dire que l'étude et l'exploitation des couches salifères contribuent à l'enrichissement de nos connaissances sur la formation de notre terre.

La section II traite tout d'abord de la situation économique de l'industrie salinière, ainsi que des problèmes de protection de l'environnement et de nutrition. Elle s'occupe ensuite des questions se rapportant à l'exploitation des mines, à la mécanique des roches et à la géophysique.

L'industrie salinière de l'Amérique du Nord et spécialement celle des USA se trouve concernée par des dispositions législatives de plus en plus nombreuses et par toute la

question de la protection de l'environnement. Le sel à dégeler surtout fait l'objet de discussions très vives. On utilise actuellement aux USA environ 9 millions de tonnes de NaCl et 400 000 tonnes de CaCl<sub>2</sub>. La part des besoins en agent de déneigement que couvre le chlorure de calcium est inférieure à 5%. Même en tenant compte des fluctuations provoquées par la variabilité des conditions atmosphériques, on doit constater que l'utilisation de sel à dégeler est en baisse aux USA, alors qu'elle augmente encore fortement au Canada. L'avis prévaut toutefois qu'il ne sera finalement pas possible de renoncer au sel tant que l'automobile gardera l'importance qu'elle a aujourd'hui comme moyen de communication.

Une certaine solution aux problèmes posés par la protection de l'environnement semble se dessiner dans la fixation d'une limite supérieure pour la charge en chlorures des eaux de surface. Aux USA, on parle d'une tolérance de 150 mg/l, voire de 250 mg/l. Les charges de pointe temporaires doivent également être limitées et définies. Parallèlement, des essais sont effectués en vue d'atténuer les effets du sel à dégeler sur le sol et les plantes en épandant des produits adéquats, comme des engrais à base de chaux et de gypse.

Ailleurs, des tentatives sont entreprises en vue d'utiliser le sel pour combattre les impuretés. Nous avons appris de France, que sur la Riviera, les eaux sortant des stations d'épuration étaient chlorées afin d'éviter que les eaux côtières ne soient polluées par les germes pathogènes que ces eaux épurées pourraient contenir. Pour ce faire, il est nécessaire de procéder à l'électrolyse de l'eau de mer ou de la saumure.

Dans le secteur des matières premières, on constate que la préférence est donnée de plus en plus à la saumure aux dépens du sel solide. On prévoit une forte augmentation de la demande en sel pour adoucisseurs et l'on s'attend également à un accroissement continu des besoins en sel de l'industrie des denrées alimentaires.

Pour le proche avenir, il faut compter avec une forte augmentation des frais de production, spécialement dans les secteurs de l'énergie et des transports. Les USA seront placés devant de plus fortes importations de sel en provenance du Canada, du Mexique, des Bahamas et des Antilles hollandaises, régions où se sont développés de nouveaux centres de production.

Jusqu'ici, l'industrie alimentaire américaine a montré beaucoup de réticences à l'égard du sel iodé car elle craignait que ce sel ait des effets néfastes sur la qualité et la conservabilité de ses produits. Mais comme les gens se tournent de plus en plus vers les repas précuisinés, une adjonction d'iode au sel s'avère indispensable si l'on veut éviter qu'une partie de la population ne souffre de carence. Les recherches les plus récentes ont démontré que ce risque est éliminé si on utilise du iodure de potassium. Dans l'élevage du bétail également, le sel se révèle comme un excellent vecteur pour plusieurs oligo-éléments physiologiquement indispensables. Dans 25 états des USA, on constate une carence en sélénium, oligo-élément nécessaire au bétail à raison de 0,1 ppm. Cette substance pourrait très bien être mélangée au sel si le FDA (Food and Drug Administration) accordait l'autorisation nécessaire. Aux Indes, on étudie la question de savoir si le manque de fer dont souffre une grande partie de la population ne pourrait pas être éliminé par l'adjonction au sel de 2,5 g de sulfate de fer.

Dans le domaine de l'exploitation souterraine et de la géophysique, il a surtout été question des nouvelles techniques d'exploitation et d'entretien. On a également fait état de nouvelles connaissances en matière de comportement mécanique des gisements salins, connaissances qui sont en partie encore très fortement discutées. Des méthodes géophysiques peuvent être utilisées tant pour la surveillance des exploitations minières que des cavernes de stockage.

La section III s'occupa de la dissolution du sel, de la formation des cavernes et de leur utilisation pour le stockage souterrain. Il faut relever ici tout spécialement les essais

de dissolution effectués sur ordre du Solution Mining Research Institute. On tente aujourd'hui partout d'obtenir une chambre de dissolution de forme régulière et homogène qui puisse également être utilisée pour le stockage d'hydrocarbures. Des essais avec deux forages obliques, inclinés l'un vers l'autre, et injection d'eau par buses orientables, ont donné de bons résultats. En orientant les buses à volonté, on influence la direction principale de la dissolution et arrive à une rapide connexion des deux forages. Dans ce contexte, la surveillance des chambres de dissolution revêt une importance accrue. Actuellement, il est également possible de produire de la saumure et de stocker simultanément des hydrocarbures.

De gros efforts sont entrepris pour arriver à discerner à l'avance les tendances aux affaissements. Les difficultés proviennent du fait que l'on ne trouve presque jamais des conditions homogènes qui seules jusqu'ici pouvaient être examinées analytiquement. Dans la région de Détroit, on procède à des relevés sur des zones d'affaissements où des ruptures se sont produites jusqu'en surface, afin d'en tirer des connaissances théoriques. Il faut revenir finalement au «Fluid fracturing»: on a discuté des chances de succès et d'échec dans la réalisation d'un passage de dissolution entre deux forages. Il s'est avéré que la direction de la communication dépendait fortement des facteurs géologiques. Mieux on connaîtra la géologie du sous-sol, plus restreints seront les risques d'échec. Le «Fluid fracturing» permet d'obtenir par dissolution une exploitation optimum de gisements salins horizontaux; cette technique s'affirmera très certainement dans l'industrie du sel.

Le stockage d'hydrocarbures dans des cavernes de dissolution formées dans le sel est pratiqué depuis les années quarante. Aujourd'hui, les techniques mises au point sur des modèles simulateurs sont parfaitement maîtrisées. Les exemples américains peuvent être maintenant complétés par toute une série d'expériences européennes. Comme il ressort des études effectuées pour le compte du gouvernement américain, l'importance de ce stockage souterrain ne fera que croître dans les années à venir.

La consommation de produits pétroliers des USA évolue de la manière suivante:

1950	39 barils par an et habitant
1972	60 barils par an et habitant
1990	80 barils par an et habitant (estimation)

En tenant compte de l'accroissement supputé des besoins en énergie, la politique du gouvernement consiste à importer aujourd'hui les plus grandes quantités possibles de gaz naturel et de pétrole pour constituer des stocks. Il est prévu de créer dans les 11 prochaines années des possibilités de stockage pour 700 millions de barils, répartis dans 16 cavernes, dont 4 off-shore au large des côtes du Texas. Le coût de ce programme est estimé à 2 milliards de dollars.

Le stockage souterrain dans le sel est de loin la méthode la plus économique de magasinage. On a calculé qu'une caverne revient par baril à 0,15–2,50 \$. Sa profondeur maximum ne peut excéder 3000 m, la stabilité des cavités diminuant avec la profondeur. La caverne ne peut pas non plus dépasser une certaine dimension pour éviter que d'éventuels accidents ne prennent trop d'ampleur. Heureusement, les USA n'ont jusqu'à présent, enregistré aucune catastrophe dans ce domaine. On cherche même aujourd'hui à recapter par des forages supplémentaires les gaz qui se sont échappés.

Il est probable que des programmes de stockage aussi gigantesques vont faire monter considérablement les prix de l'énergie et que la continuité du ravitaillement du marché mondial pourrait bien ne plus être assurée, du moins temporairement.

Il ressort des travaux de la section IV (évaporation de l'eau de mer, production du

sel et technologie) qu'on estime aujourd'hui aux USA que la thermo-compression pourrait bien être la technique de fabrication de l'avenir: elle ne consomme que peu d'énergie et ne met pas l'environnement en danger, n'exigeant ni chaufferie séparée, ni tours de réfrigération.

D'autres recherches ont été consacrées à la cristallisation. Il semble que l'on parvienne aujourd'hui, dans certains appareils, à calculer la grosseur du cristal salin, en partant de paramètres donnés, comme la température, la vitesse de rotation du mélangeur, etc. La voie est ainsi esquissée qui va permettre d'influencer la grosseur des cristaux.

Il a en outre été question des problèmes relatifs à la qualité du sel de marais salants, ainsi qu'à la réutilisation des sous-produits résultant de la déminéralisation de l'eau de mer.

Le 4ème Symposium international sur le sel s'est tenu dans les bâtiments du complexe Astroworld, au sud de Houston, à proximité immédiate du vieux terrain pétrolifère de Pierce Junction, encore exploité aujourd'hui. On voit de la sorte que Houston n'est pas seulement braqué sur le sous-sol, mais également sur les espaces interstellaires: à quelque 35 km du centre de la ville, en direction sud-est, se trouve le Manned Spacecraft Center de la NASA, où sont étudiées, essayées et guidées toutes les entreprises spatiales des USA. C'est dire qu'on percevait à Houston un dynamisme qui était souvent fascinant pour nous Européens.

A ce Symposium, il a ouvertement été fait des expériences les plus récentes, des résultats des dernières recherches, et aussi des échecs enregistrés, de sorte que tous les participants ont très certainement tiré profit de cette rencontre. L'opinion émise par un des conférenciers, que l'industrie salinière peut regarder vers l'avenir avec un certain optimisme, me semble dès lors certainement justifiée.