

Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Band: 28 (1961-1962)
Heft: 75

Artikel: Le stockage souterrain du gaz : possibilités suisses
Autor: Rigassi, D.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-191411>

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: 08.11.2024

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

Le stockage souterrain du gaz. Possibilités suisses

par D. RIGASSI, Genève*

1) Généralités.

On distingue deux types de stockage souterrain de gaz:

- Le stockage dans d'anciens gisements de pétrole ou de gaz épuisés.
- Le stockage dans des couches aquifères dont les caractéristiques sont semblables à celles des roches réservoirs des gisements naturels d'hydrocarbures.

Le premier type de stockage souterrain est largement utilisé aux USA depuis plus de 40 ans; dans ce pays, ce mode de stockage a fait des progrès foudroyants; les chiffres suivants sont significatifs:

Année:	Stockage souterrain aux USA	
	Nombre de réservoirs:	Capacité totale, milliards de m ³ :
1935	7	1
1940	31	2
1945	58	4
1950	125	21,9
1955	184	63

Ce premier type de stockage souterrain présente de nombreux avantages: grâce aux puits forés pour l'exploitation des hydrocarbures naturels, les caractéristiques lithologiques, les porosités, les permabilités et le volume de la roche réservoir sont bien connus; l'accumulation d'hydrocarbures naturels implique la présence, au-dessus de la roche réservoir, de roches d'une étanchéité presque absolue; enfin, la plupart des anciens forages d'exploitation peuvent être réutilisés comme puits d'injection ou de soutirage de gaz stocké. Depuis plus d'une dizaine d'années, cependant, les compagnies de gaz américaines ont été obligées de recourir au second type de stockage, les possibilités de premier type étant à peu près totalement utilisées.

En Europe, les possibilités de premier type sont très rares. C'est pourquoi l'on s'orienta, dès le début, vers le second type de stockage. Le premier réservoir fut utilisé par la Ruhrgas AG en 1952; ce réservoir est situé à Engelbostel près de Hannover. Par la suite, d'autres stockages semblables furent établis à Beynes près de Paris, à Lussagnet dans le SW de la France (stockage régulateur du réseau de Lacq), et de nombreux projets sont à l'étude dans d'autres pays européens. Un stockage du premier type fut réalisé par les Hamburger Gaswerke AG dans l'ancien petit champ de Reitbrook.

* Harry Wassall and associates, Inc., Consulting geologists and Engineers, BP. Stand 319, Genève.

Il est évident qu'en Suisse, seules les possibilités du second type existent. Même si l'on trouvait des gisements exploitables d'hydrocarbures, ce ne serait qu'après une période d'exploitation de 5 à 20 ans que ces champs seraient épuisés.

2) *Avantages du stockage souterrain.*

Il est à peine besoin de les rappeler. Le premier avantage, c'est celui du prix d'établissement. En 1952, aux USA, on a enregistré les prix de revient moyens suivants, donnés en dollars par m³:

<i>Type de stockage:</i>	<i>Pression:</i>	<i>Frais d'établissement, dollars/m³:</i>
Sphère	5,6 kg/cm ²	7,10
Gazomètre	basse	6,45
Tuyau d'acier	110 kg/cm ²	1,50
Souterrain	20 à	
1er type	100 kg/cm ²	0,01
Souterrain	20 à	
2e type	100 kg/cm ²	0,02 à 0,04

De tels stockages peuvent facilement atteindre plusieurs centaines de millions de m³.

Ils permettent de compenser de la façon la plus rationnelle les débits de pointe atteints durant certains jours particulièrement chargés.

En cas de conflit, les stockages souterrains sont invulnérables.

Dans le cas particulier de la Suisse, des stockages souterrains permettraient de constituer des réserves en prévision d'un éventuel étranglement des importations.

3) *Désavantages du stockage souterrain.*

Plusieurs problèmes délicats se posent: on doit acquérir des notions tout à fait précises sur les caractéristiques de porosité, de perméabilité, et sur l'extension de la couche réservoir; on doit s'assurer de la parfaite étanchéité de la couverture. Mais enfin, ces problèmes complexes de « reservoir engineering » peuvent être résolus.

Le tubage des puits doit être réalisé d'une façon parfaite, sous peine de contaminer les nappes aquifères sus-jacentes utilisées pour l'eau potable. Les puits doivent être terminés impeccablement, et l'entraînement de fins débris rocheux par le gaz lors du soutirage doit être évité.

Les conditions physiques (température et pression) de la couche réservoir favorisent des échanges chimiques complexes entre le gaz et la roche, dont la nature est souvent hétérogène (silice, carbonates, petites quantités de sulfure de fer, etc.); un contrôle très strict des modifications chimiques possibles du gaz est indispensable.

Une certaine énergie est perdue; elle ne représente cependant guère plus que 5 à 6% du gaz stocké, la plus grande partie de cette perte (4—5%) résultant de l'énergie utilisée pour la compression du gaz.

4) *Schéma des opérations.*

R. Delsol a écrit: «En bref, la recherche d'un réservoir utilisable est avant tout un travail de géologue, de géologue pétrolier».

En effet, le premier travail, c'est le choix, par un géologue pétrolier, des structures qui paraissent présenter les caractéristiques requises. On pourrait décomposer comme suit les opérations:

- a) Le géologue choisit les structures intéressantes, et désigne l'emplacement d'un premier forage de recherche.
- b) Forage du premier puits; études détaillées, par le géologue, le « reservoir engineer », le chimiste, des séries sédimentaires rencontrées. On sait alors si le sous-sol présente de bonnes roches réservoirs, recouvertes par des séries (argiles ou marnes) suffisamment imperméables.
- c) Série de forages. Ces forages vont montrer, tout d'abord, si les roches réservoirs décelées présentent, en différents points, des caractéristiques de porosité, de perméabilité et d'épaisseur suffisamment constantes; ils montreront aussi si la structure choisie est suffisamment fermée. Sur la base de ces forages, on pourra donc calculer, d'une façon satisfaisante, le volume total de la roche réservoir, et le volume total pouvant être utilisé pour stocker le gaz.
- d) C'est alors que commencent les essais d'injection et de soutirage, sur la base desquels le volume du gaz à stocker, les pression à employer, etc., pourront être établis très précisément.
- e) Mise en service.

Le prix de revient de ces différentes phases d'opérations est difficile à calculer.

La phase a) est naturellement peu coûteuse. Les études géologiques préliminaires d'un projet, surtout dans un pays comme la Suisse dont la géologie est en général bien connue, ne nécessitent l'emploi d'une équipe de géologues que durant une période de 1 à 6 mois; suivant les cas, cette étape représente donc un investissement de 5000 à 30 000 francs.

L'étape b) peut nécessiter un investissement assez variable, suivant les profondeurs à atteindre. Pour un forage de 500 mètres, on peut résumer les différents postes de la façon suivante:

1. Forage et carottage mécanique — environ	40 000.—
2. Supervision géologique des travaux, environ	5 000.—
3. Carottage électrique, essais de couche, analyses détaillées des résultats, environ	35 000.—
soit environ	80 000.—

Dans les régions de la Suisse où existent des concessions de recherches pétrolières (c'est-à-dire Appenzell, St-Gall, Thurgovie, Zurich, Zoug, Argovie, Lucerne, la plus grande partie de Vaud et Fribourg), il serait tout à fait possible de faire participer les compagnies pétrolières concessionnaires dans une proportion de 30 à 50% aux frais occasionnés par les étapes a) et b). Ces mêmes compagnies seraient également susceptibles de participer, dans une mesure plus faible (par exemple 5% à 10%) à l'étape c). Enfin, au cas où les compagnies pétrolières auraient découvert, en Suisse, des gisements de gaz naturel, elles pourraient prendre part au financement d'ensemble d'un projet.

Dans certaines régions, les Services des Eaux seraient probablement suffisamment intéressés par les possibilités des couches aquifères peu profondes pour participer dans une certaine mesure (par exemple 5% à 10%) aux étapes a), b) et c).

Les frais entraînés par l'étape c) sont difficiles à estimer; chaque structure constitue en effet un cas d'espèce, et le nombre des sondages à entreprendre et à étudier peut varier considérablement. En Suisse, la plupart des structures intéressantes ne nécessiteraient probablement pas plus de 5 à 12 forages, soit une somme globale de 400 000.— à 1 200 000.— environ (pour une profondeur de 500 mètres), somme à laquelle on doit ajouter environ 50%; en effet, les essais portant sur un groupe de

forages sont plus complexes et plus coûteux que ceux que l'on peut réaliser sur un seul sondage.

Le prix de revient des étapes d) et e) est naturellement fonction du volume de gaz à emmagasiner. Estimons, à titre très hypothétique, que ce prix varierait de 1 000 000.— environ pour une capacité de 10 millions de m³ à 2 000 000.— ou 3 000 000.— pour une capacité de 100 millions de mètres cubes.

5) Possibilités suisses.

Les Alpes et la plus grande partie du Jura sont à exclure; dans ces régions, en effet, la structure géologique très tourmentée est caractérisée par des failles nombreuses; à moins de forer un nombre de puits extrêmement élevé, on ne pourrait acquérir une notion suffisamment précise de la structure du sous sol. De plus, dans les Alpes, les roches poreuses manquent à peu près complètement au sud de la ligne Rhône-Rhin, et elles sont rares au Nord de cette ligne.

Les possibilités les plus intéressantes semblent, en première approximation, être concentrées dans les régions suivantes:

- a) Plaine rhénane aux environs de Bâle;
- b) dans le Jura, zones de tectonique calme, comme l'Ajoie;
- c) au pied du Jura, certains petits anticlinaux mésozoïques semblent assez favorables;
- d) légèrement plus au SE, des possibilités existent dans des structures molassiques (canton de Genève, région de Morges, Seeland, etc.);
- e) des possibilités existent également dans la zone centrale du Plateau, entre Lausanne et le Bodan.

a) *Plaine rhénane* — Deux forages exécutés près de Allschwyl, à la recherche de potasse, de même que les forages pétroliers de la Haute Alsace, ont montré la présence, souvent à des profondeurs faibles, de bonnes couches réservoirs dans le Rupélien et le Sannoisien (Oligocène inférieur), de même que dans le Mésozoïque sous-jacent; les couches sont cependant généralement minces. Les structures du Fossé Rhéan sont souvent très faillées, et de petite dimension. Jusqu'ici, les recherches géologiques n'ont pas montré la présence de structures fermées dans la partie suisse du Fossé Rhéan. De telles structures pourraient peut-être se révéler par des travaux géophysiques préliminaires, ce qui aurait le grand désavantage de porter les frais de la phase d'opération a) (cf. paragraphe 4) à plusieurs centaines de milliers de francs, sans que l'on soit assuré, pour autant, de trouver la structure souhaitée. En résumé, donc, les possibilités bâloises paraissent douteuses.

b) *Ajoie* — De faibles bombements anticlinaux ont été signalés en Ajoie depuis fort longtemps. Le forage de recherche de charbon de Buix, aussi bien que d'autres forages dans les régions françaises voisines et les observations de surface au Sud de l'Ajoie, montrent que plusieurs roches réservoirs de bonne qualité existent à des profondeurs variant de 200 à 800 m (Jurassique moyen, Rhétien, Lettenkohle). Les possibilités de l'Ajoie paraissent donc bonnes; il resterait à effectuer une étude géologique rapide, afin de voir si l'aire des structures ajoulotes et leur fermeture justifient un programme de sondages.

c) *Pied du Jura* — Certains anticlinaux, comme le Chamblon près d'Yverdon et le Born près d'Olten, paraissent offrir de bonnes possibilités. Au *Chamblon*, on peut supposer que les calcaires et dolomies du Portlandien présentent une bonne porosité; ces séries, qui pourraient être atteintes à une profondeur de 150 à 300 m, ne sont cependant pas recouvertes par une série suffisamment étanche, comme l'at-

testent les sources de la région de Treycovagnes, dont la liaison directe avec des infiltrations de la région de Baulmes a été démontrée par coloration. Mais des possibilités plus profondes existent, par exemple dans les calcaires du Séquanien (450—500 mètres) ou du Jurassique moyen (600 à 900 mètres). Au *Born*, les roches poreuses les moins profondes sont les calcaires oolithiques du Jurassique moyen; la couverture est cependant trop mince pour assurer l'étanchéité requise; à une plus grande profondeur (300 à 700 mètres), le Jurassique inférieur et le Keuper offrirait vraisemblablement de bons réservoirs.

d) *Zone molassique subjurassienne* — Plusieurs structures apparemment favorables sont connues, près de Genève, dans la région de Morges, à Mörigen près de Bienne, par exemple. Dans toutes ces structures, les réservoirs suivants existent: grès molassiques d'âge chattien, couches de base de la Molasse, calcaires mésozoïques poreux. Ces réservoirs, que l'on trouvera à des profondeurs variant de 300 à 800 mètres, n'ont pas tous le même intérêt: c'est ainsi que les grès molassiques sont généralement lenticulaires, ce qui est un élément très défavorable; par contre, les couches de base de la Molasse et les calcaires immédiatement sous-jacents pourraient offrir des réservoirs de premier ordre, à condition que les marnes molassiques sus-jacentes soient suffisamment étanches.

e) *Zone centrale du Plateau* — Des structures ont été mises en évidence depuis longtemps, soit par la géologie de surface, soit par des travaux géophysiques; dans cette région, les couches de base de la Molasse et les calcaires mésozoïques sont probablement à des profondeurs trop grandes (plus de 1000 mètres) pour présenter un intérêt économique. En certaines régions, des grès molassiques d'âge aquitainien ou burdigalien présentent une continuité un peu plus satisfaisante que les grès d'âge chattien, ils constitueraient dans ce cas un objectif valable.

6) *Conclusions.*

Certaines régions de Suisse, plus spécialement *la zone subjurassienne, le plateau et peut-être l'Ajoie*, offrent des possibilités raisonnables de stockage souterrain du gaz. Cette méthode de stockage présente des avantages économiques et stratégiques remarquables. Ces avantages sont tels que non seulement les services de gaz compétents, mais également l'ensemble des industriels et des financiers suisses, de même que l'armée ont intérêt à étudier plus attentivement les possibilités suisses. Pour tout projet considéré, la première phase des travaux (études géologiques) est d'un prix de revient négligeable, de l'ordre de 5000 à 30 000.—; la deuxième phase des travaux (forage d'un premier puits), ne représente encore qu'un investissement relativement modique, de l'ordre de 80 000.— environ; durant ces deux premières phases de travaux, il serait au surplus possible d'obtenir des participations appréciables de la part des compagnies pétrolières, ou des services des eaux; une troisième phase de travaux (reconnaissance détaillée de la structure et du réservoir par sondage), est la phase critique: elle engage en effet des frais qui peuvent atteindre ou dépasser le million de francs, et c'est d'elle surtout que l'on peut attendre la décision quant à la poursuite des opérations ou à l'abandon du projet; une quatrième et une cinquième phases consistent à réaliser le remplissage gazeux du réservoir et en sa mise en service: les frais de ces deux phases varient avec le cubage maximum emmagasiné, dans des limites de 1 à quelques millions de francs. Nous inspirant d'une heureuse tentative de R. Delsol, essayons de chiffrer les chances d'aboutissement du projet après achèvement des différentes étapes:

<i>Etape:</i>	<i>Frais cumulés:</i>	<i>Chances de réussite du projet après chaque étape:</i>
a) géologie	5 à 30 000.—	5 à 20%
b) premier sondage	env. 85 000 à 110 000	30 à 50%
c) sondages de reconnaissance, par tranches de 4		
tranche 1	565 à 590 000.—	50 à 70%
tranche 2	1 à 1,1 million	70 à 85%
tranche 3	1,5 à 1,6 million	85 à 100%
d) essais	varient selon cubage	100%
e) mise en service		

Bien entendu, le chiffre de 100% est à prendre à l'échelle humaine.

Appliquées à l'ensemble de la Suisse, ces conclusions montrent qu'il serait extrêmement intéressant de réaliser l'étude géologique de plusieurs projets; sur la base de ces études, certains emplacements particulièrement favorables seraient explorés par un premier forage; dès ce moment, une sélection sévère serait effectuée, et seules les quelques structures paraissant les plus favorables seraient explorées en détail. Un tel développement augmenterait considérablement les chances de succès, tout en limitant les frais importants des étapes c)—e) aux structures les meilleures seulement.

Caractéristiques du stockage souterrain de Beynes (France)

Volume de gaz stocké:	300 000 000 m ³
Débit de pointe:	10 000 m ³ /heure par puits
Nombre de puits d'exploit.	20 (soit un débit de pointe journalier de 4 800 000 m ³).

Autres puits:

Surveillance, puits périphériques	5
Surveillance des nappes d'eau potable supérieures	1
Structuraux fermés	3
Pression moyenne	37 à 43 kg/cm ²
Profondeur moyenne de la couche réservoir	420 à 470 mètres

Les différentes étapes de réalisation:

Septembre—Décembre 1953	— Etude géologique préliminaire
Décembre 1953	— Début du premier forage
1954 — Août 1955	— Achèvement de la reconnaissance de la structure par 12 forages
Août 1955	— Injection de 50 000 m ³
Août 1955—Novembre 1956	— Achèvement des puits d'exploitation
Novembre 1956	— Début de l'injection
1957—Avril 1958	— Injections jusqu'à un maximum de 75 000 000 m ³ , étude des régimes de soutirage
Avril 1958	— Début des injections devant amener le réservoir à 300 000 000 m ³ (capacité maximum)

Personnel d'exploitation:
1 chef et son adjoint
7 agents de maîtrise
20 ouvriers

BIBLIOGRAPHIE

- Delsol, R.* (1956): Le stockage souterrain du gaz.
Rev. Inst. Français du Pétrole, Vol. XI, n° 11.
- (1955): Aspects économiques du stockage souterrain du gaz.
Rev. Franç. de l'Énergie, 69, 53—65.
- (1955): Aspects techniques du stockage souterrain du gaz.
Journ. Us. à Gaz, 79, 4, pp. 118—125.
- Delsol, R. Richard, I.* (1957): Le stockage souterrain du gaz de cokerie à Beynes.
Commun. Congrès ATG, 373.
- Fort, R.* (1955): Aspects techniques du stockage souterrain du gaz.
Journ. Us. à Gaz, avril 1955.
- (1958): Facteurs techniques influant sur la rentabilité des stockages souterrains de gaz en couche aquifère.
Rev. Inst. Français du Pétrole, XIII, p. 131.
- Just, H.* (1960): Unterirdische Gasspeicherung und ihre Bedeutung für die überörtliche Gasversorgung.
Vortrag, Jahrestagung des deutschen Gas- und Wasserfaches, München, Juni 1960.
- Richard, L., Bouraly, P.* (1959): Le stockage souterrain de gaz à Beynes, premiers résultats d'exploitation.
Rev. Inst. Français du Pétrole, vol. XIV, n° 7—8, p. 977.
- Socrate, L.* (1959): Le stockage souterrain de gaz à Lussagnet.
Rev. Inst. Français du Pétrole, vol. XIV, n° 1, p. 72.