

Les roches évaporitiques

Laurie BOUGEOIS

ST3 - Polytech' Paris UPMC

22 mai 2015



Rappel : différentes roches sédimentaires

Roches sédimentaires

Roches carbonatées
calcaires



Roches siliceuses
diatomite



Roches carbonées
charbon, pétrole



Roches évaporitiques
halite, gypse



Roches détritiques
conglomérats, grès



1. Introduction

2. Classification

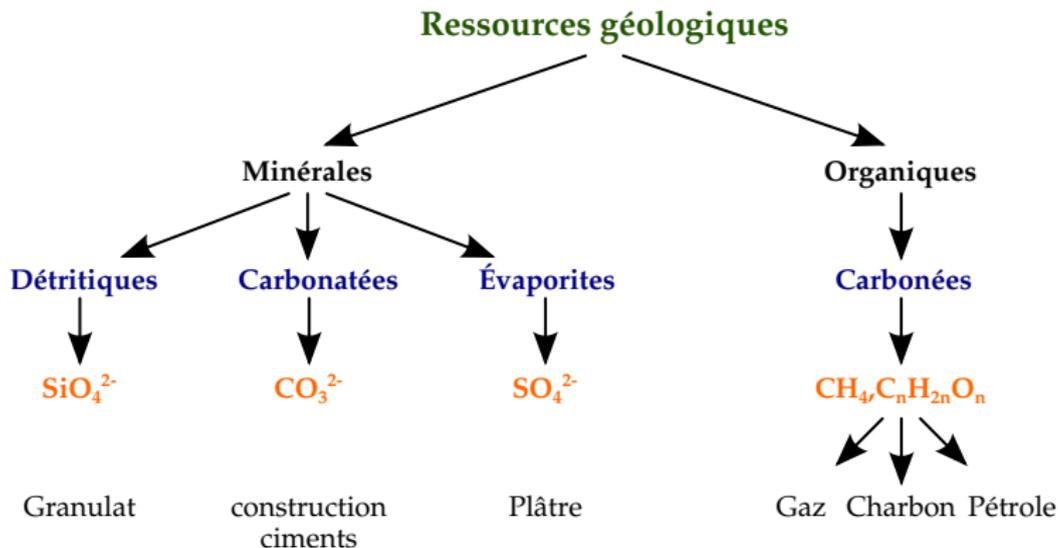
3. Environnements de dépôts

4. Ressources naturelles

Ressources

Ressource

Matière première ou source d'énergie naturelle permettant de subvenir aux besoins d'organisme vivant

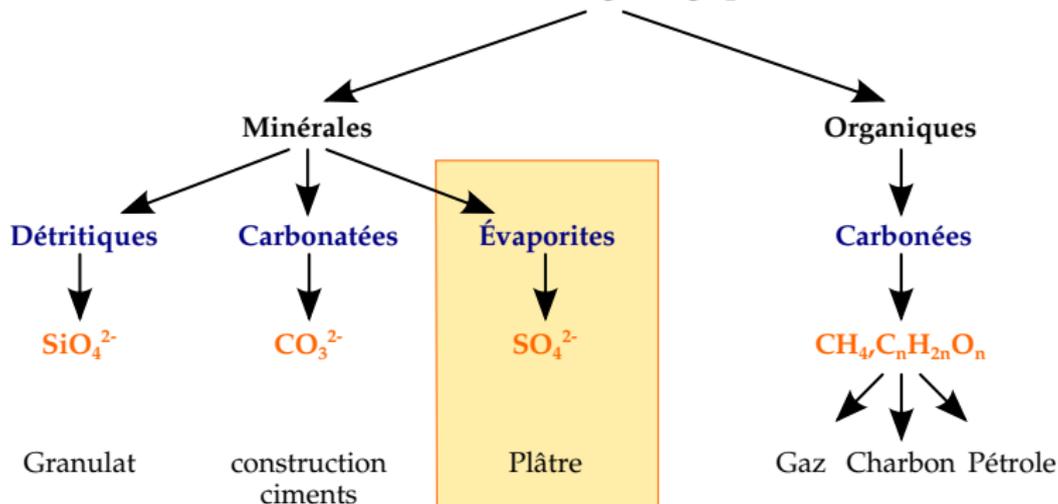


Ressources

Ressource

Matière première ou source d'énergie naturelle permettant de subvenir aux besoins d'organisme vivant

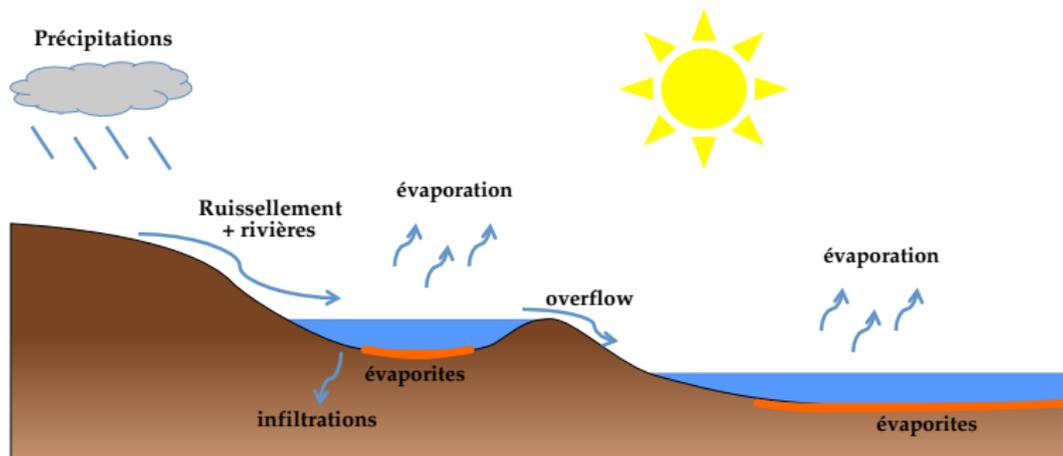
Ressources géologiques



Définition, applications

Évaporites

- ▶ sédiments résultant de l'évaporation de l'eau et de la précipitation des sels qui y sont dissous.
- ▶ minéraux principaux : **gypse, anhydrite, sylvite, halite**



Définition, applications

Évaporites

- ▶ sédiments résultant de l'évaporation de l'eau et de la précipitation des sels qui y sont dissous.
 - ▶ minéraux principaux : **gypse**, **anhydrite**, **sylvite**, **halite**
-
- ▶ **Grande importance économique**
 - ↪ toit imperméable des plus grands gisements pétroliers du monde
 - ↪ stockage sous-terrain d'hydrocarbures,
 - ↪ **gypse** : exploité pour produire le plâtre
 - ↪ **halite** : salage des routes, alimentation animale, base de l'industrie chimique des produits chlorés
 - ↪ **sylvite** : engrais

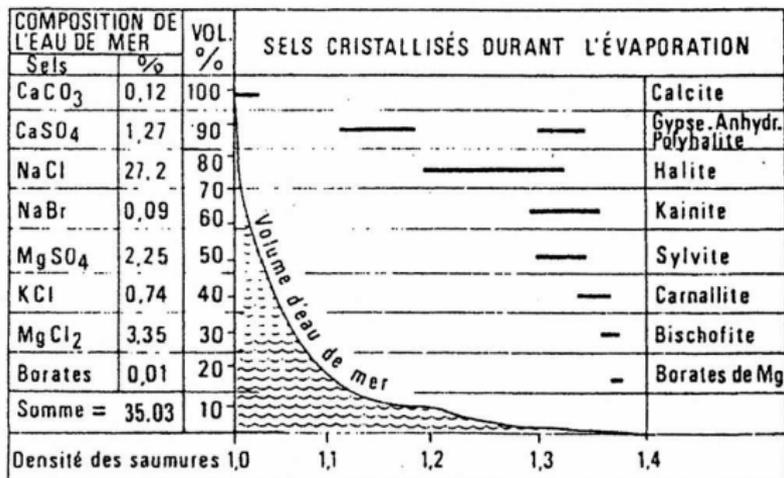
Représentation

- ▶ observation du Précambrien jusqu'à aujourd'hui
- ▶ répartition spatiale et temporelle inégale :
 - ↪ bien représentées au **Cambrien, Permien et Trias**
 - ↪ présente surtout en **climat aride/semi-aride** : entre 10 et 30° de latitude (ceinture tropicale des hautes pressions), dans conditions de froid extrême avec précipitations limitées (cf étang le plus salé du monde en Antarctique)
- ▶ deux grands types :
 - ↪ **évaaporites continentales**
 - ↪ **évaaporites marines**

1. Introduction
- 2. Classification**
3. Environnements de dépôts
4. Ressources naturelles

Formation des évaporites

- ▶ Évaporation progressive d'une colonne d'eau de mer
 - ↪ 50% : précipitation des **carbonates** (calcite, dolomite)
 - ↪ 35% : eau de mer devient saumure saturée, précipitation du **gypse** ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$) puis **anhydrite** (CaSO_4)
 - ↪ 10% : précipitation **halite** (NaCl) puis **sylvite** (KCl), **potasses**, **borates**
 - ↪ ~0% : **nitrates**



Différentes évaporites

Gypse ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$)



Gypse en fer de lance



Laurie Bougeois - collection ENS Lyon

Gypse en pied d'alouette



GYPSE dit "saccharoïde"
Carrière Lambert
CORMEILLES-EN-PARISIS

Gypse saccharoïde



Gypses massifs et nodulaires

Différentes évaporites

Gypse (CaSO₄, 2H₂O)



Gypse laminé, Oligocène, Catalogne, Espagne

Différentes évaporites

Anhydrite (CaSO_4)



Différentes évaporites

Halite (NaCl)



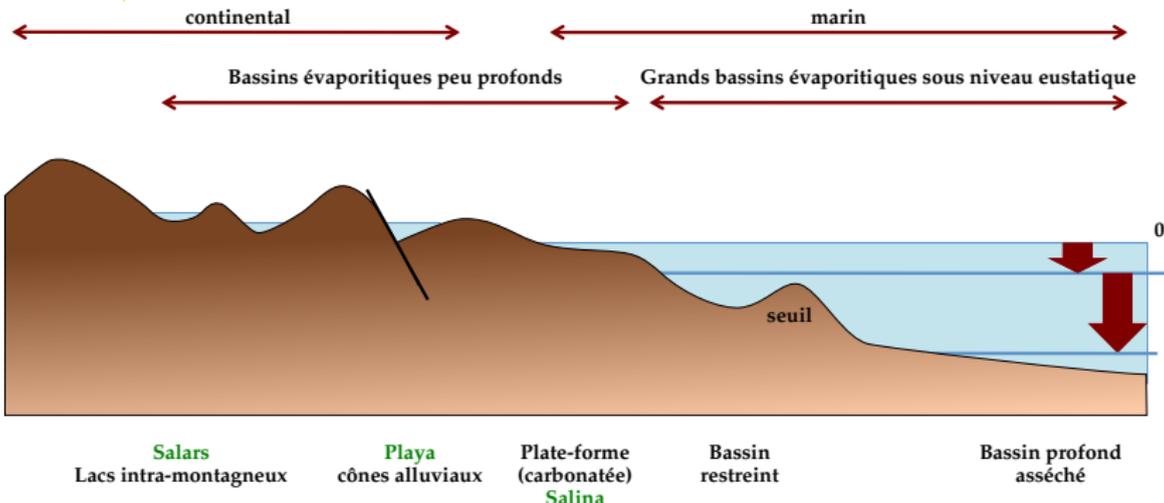
Différentes évaporites

Sylvite (KCl)



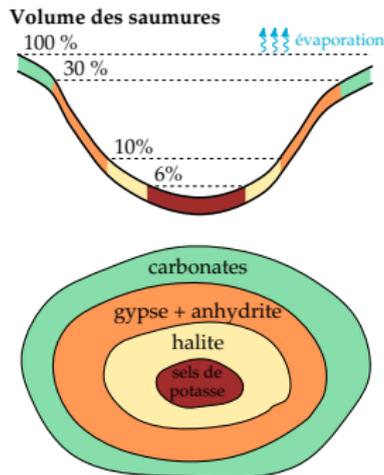
1. Introduction
2. Classification
- 3. Environnements de dépôts**
4. Ressources naturelles

Différents environnements de dépôts des évaporites



Évaporites continentales

- ▶ dépôts de lacs endorhéiques en climat aride ou semi-aride
- ▶ minéralogie variable (fonction de la géologie régionale)
- ▶ répartition horizontale concentrique fonction du degré de solubilité (plus solubles au centre)

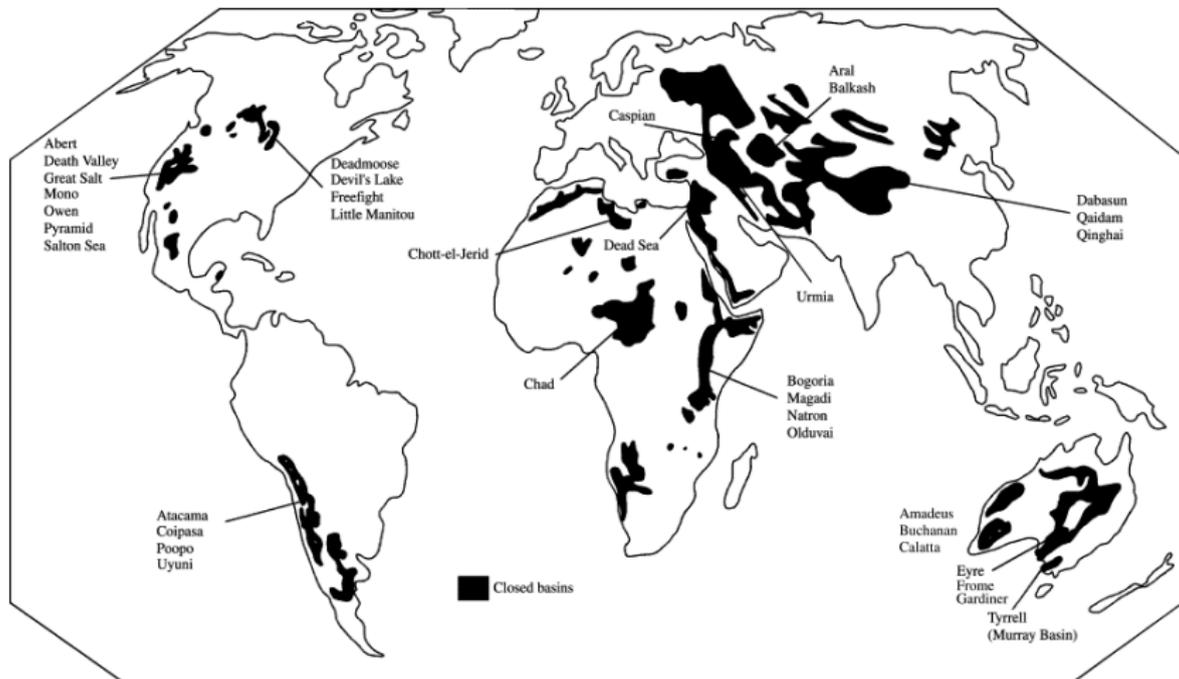


Modèle de bassin fermé
œil de boeuf



Répartition des évaporites continentales

Lacs salins = *playa* ou *salar*



Évaporites continentales

Exemple du salar d'Uyuni (Bolivie)

- ▶ bassin évaporitique actuel majeur
 - ↪ 10 085 km²,
 - ↪ 3653 m d'altitude,
 - ↪ bassin fermé quaternaire (paléolac),
 - ↪ 120 m d'évaporites, 11 lits.

A MISR image 19 April 2001



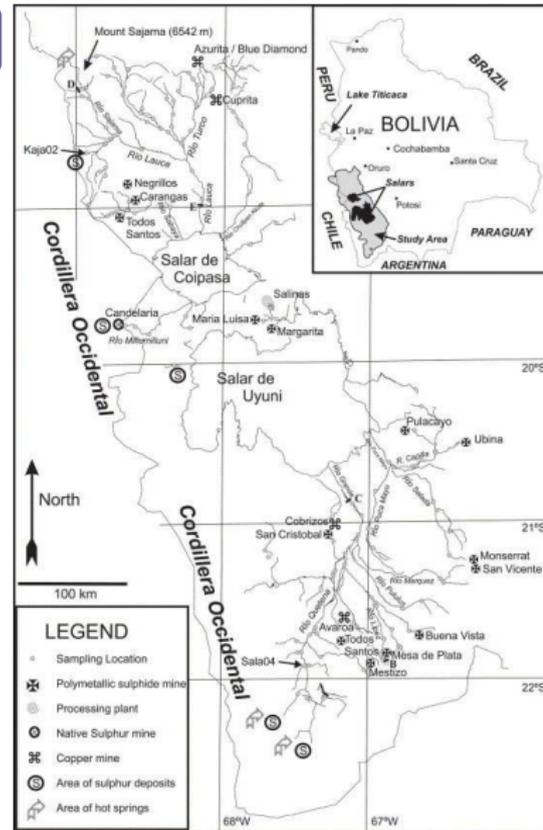
B MISR image 18 November 2003



Évaporites continentales

Exemple du salar d'Uyuni (Bolivie)

- ▶ bassin fermé
- ▶ évaporation > précipitations
- ▶ sources naturelles de sels
 - ↳ embruns marins
 - ↳ dissolution d'évaporites anciennes (Tertiaire)
 - ↳ dissolution de carbonates et de silicates (HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})
 - ↳ hydrothermalisme



Évaporites continentales

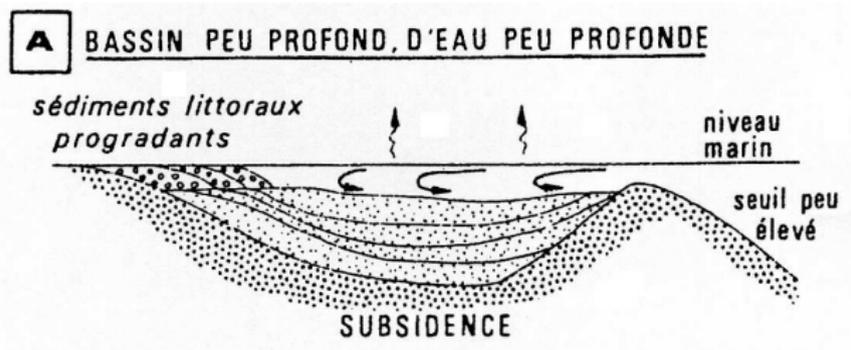
Exemple du salar d'Uyuni (Bolivie)



Roches évaporitiques

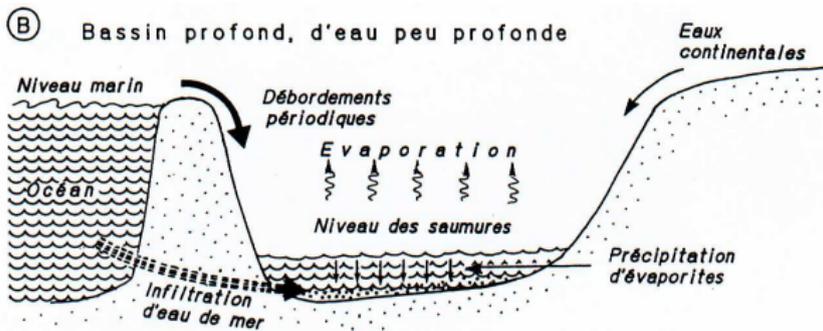
Évaporites marines

- ▶ Bassins peu profonds (sebkhas, sabkhas, sebkhras)
 - ↪ subsidence tectonique ⇒ accumulation de sel cristallisé sur de grandes épaisseurs



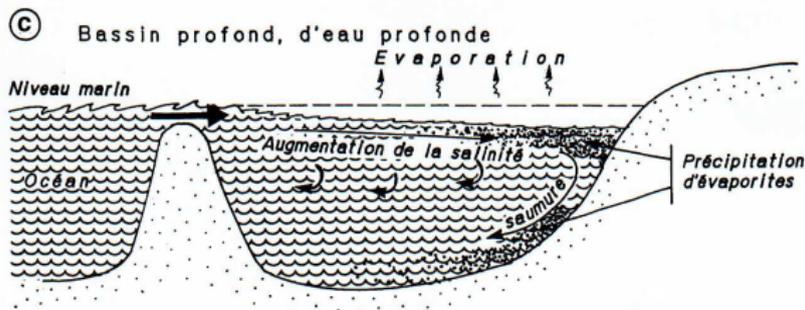
Évaporites marines

- ▶ **Bassins peu profonds** (sebkhas, sabkhas, sebkhras)
 - ↪ subsidence tectonique ⇒ accumulation de sel cristallisé sur de grandes épaisseurs
- ▶ **Bassins profonds à faible recouvrement d'eau**
 - ↪ isolés de l'océan par un seuil élevé + venues d'eau épisodiques



Évaporites marines

- ▶ **Bassins peu profonds** (sebkhas, sabkhas, sebkhras)
 - ↪ subsidence tectonique ⇒ accumulation de sel cristallisé sur de grandes épaisseurs
- ▶ **Bassins profonds à faible recouvrement d'eau**
 - ↪ isolés de l'océan par un seuil élevé + venues d'eau épisodiques
- ▶ **Bassins profonds d'eau profonde**
 - ↪ évaporation intense ⇒ sursaturation des eaux et cristallisation des sels qui s'accumulent sur le fond marin.
 - ↪ dépôts réguliers s'étendant sur de grandes distances.



Évaporites marines

▶ Bassins peu profonds (sebkhas, sabkhas, sebkhras)

↪ subsidence tectonique ⇒ accumulation de sel cristallisé sur de grandes épaisseurs

▶ Bassins profonds à faible recouvrement d'eau

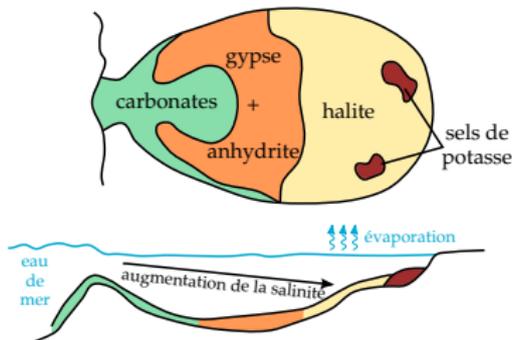
↪ isolés de l'océan par un seuil élevé + venues d'eau épisodiques

▶ Bassins profond d'eau profonde

↪ évaporation intense ⇒ sursaturation des eaux et cristallisation des sels qui s'accumulent sur le fond marin.

↪ dépôts réguliers s'étendant sur de grandes distances.

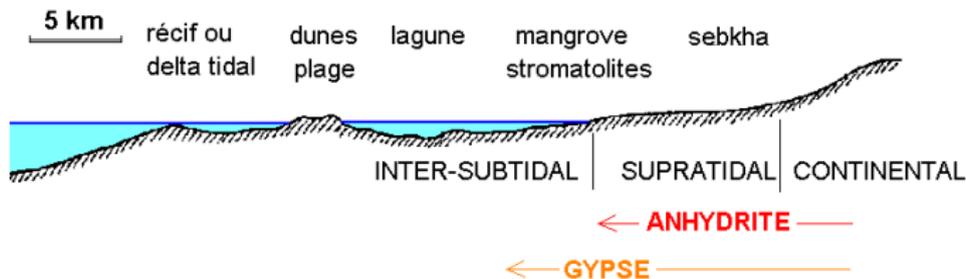
Modèle de bassin
marin à seuil



Évaporites marines : bassins peu profonds

Exemple du Golfe Persique

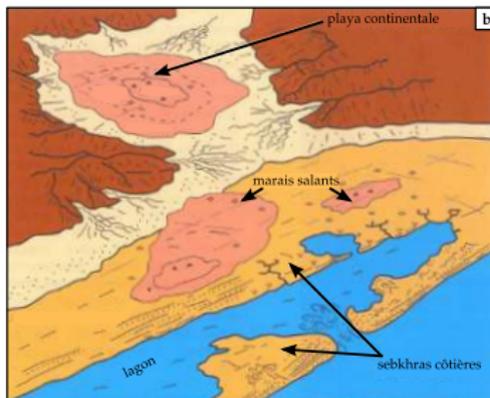
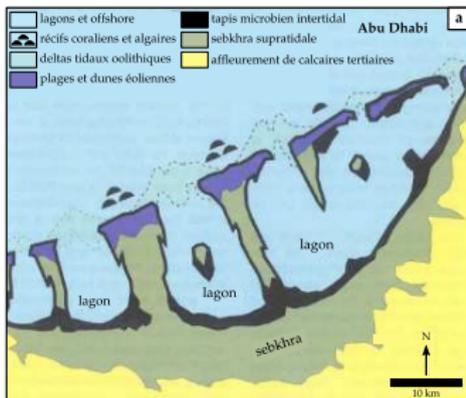
- ▶ plaines côtières développées le long de zones continentales arides, siège d'une intense évaporation
- ▶ sebkhas = systèmes hydrologiques complexes avec recharge due
 - ↪ aux inondations marines périodiques,
 - ↪ aux apports souterrains à partir de la nappe phréatique marine



Évaporites marines : bassins peu profonds

Exemple du Golfe Persique

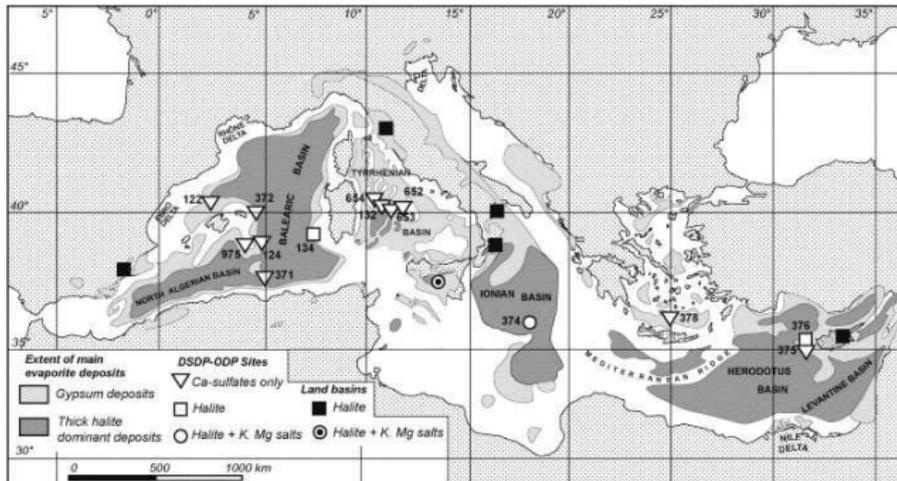
- ▶ plaines côtières développées le long de zones continentales arides, siège d'une intense évaporation
- ▶ sebkhas = systèmes hydrologiques complexes avec recharge due
 - ↪ aux inondations marines périodiques,
 - ↪ aux apports souterrains à partir de la nappe phréatique marine



Évaporites marines : bassins profonds

Exemple de la crise méssinienne en Méditerranée

- ▶ Miocène 5.96 à 5.33 Ma
- ▶ 10^6 km^3 d'évaporites
- ▶ 1600 m d'épaisseur maximale
- ▶ événement très court : 640 kyrs !



Évaporites marines : bassins profonds

Exemple de la crise méssinienne en Méditerranée

Origine

```
graph TD; Origine --> Tectonique; Origine --> ClimatGlobal[Climat global]; ClimatGlobal --> ClimatLocal[Climat local]; ClimatLocal --> Conséquences; Conséquences --> Incision[Incision profonde des vallées]; Conséquences --> Evaporites[Évaporites];
```

Tectonique

Fermeture de Gibraltar

Surrection de la chaîne Bétique

Climat global

glaciations/déglaciations

Climat local

humide/aride

Conséquences

Chute du niveau marin en Méditerranée de près de 1000 m

Incision profonde des vallées

Évaporites

Évaporites marines : bassins profonds

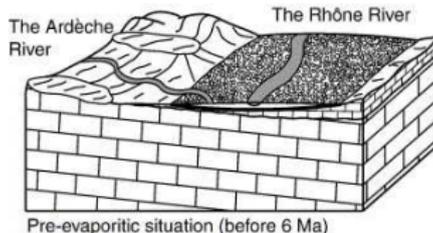
Exemple de la crise méssinienne en Méditerranée

Origine

Tectonique

Fermeture de Gibraltar

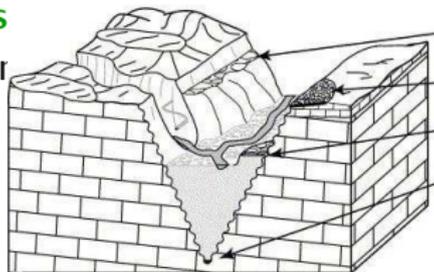
Surrection de la chaîne Bétique



Conséquences

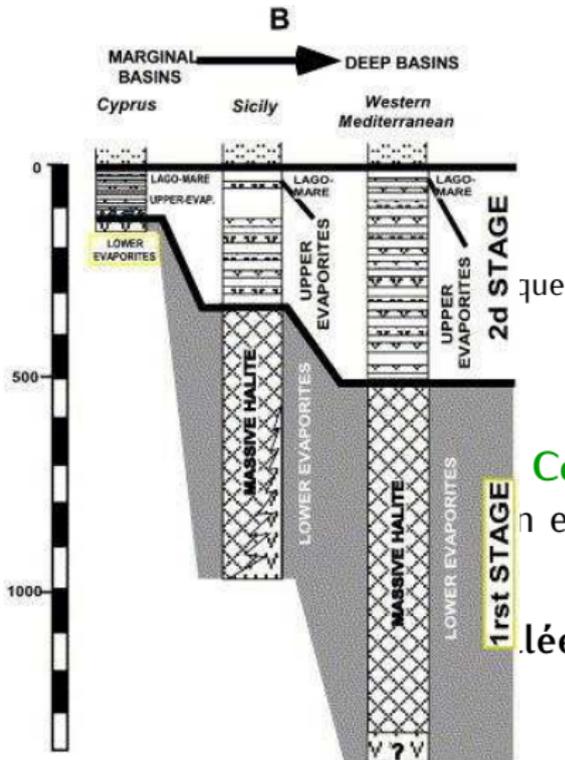
Chute du niveau marin en Méditerranée

Incision profonde des vallées



Évaporites marines : bassins profonds

Exemple de la crise méssinienne en Méditerranée



Origine

Climat global
glaciations/déglaciations

Climat local
humide/aride

Conséquences

en Méditerranée de près de 1000 m

lées

Évaporites

1. Introduction
2. Classification
3. Environnements de dépôts
- 4. Ressources naturelles**

Salines littorales

► exploitation du sel actuel

- ↪ Salins du Midi à Aigues Mortes = bassins évaporitiques artificiels.
- ↪ On modifie le niveau de base (digues, vannes...) pour alimenter les bassins entre chaque phase d'évaporation.
- ↪ Exploitation du sel (Chlorure de sodium) actuel (alimentation)



Salar de Uyuni

► exploitation des sels de lithium

- ↪ lacs de l'altiplano = séries de lacs séparés par des seuils ⇒ remplissage et évaporations au grès des périodes humides/arides
- ↪ précipitation d'évaporites = recueil des lessivats de socle et d'évaporites anciennes ⇒ Concentration des ions (Lithium)

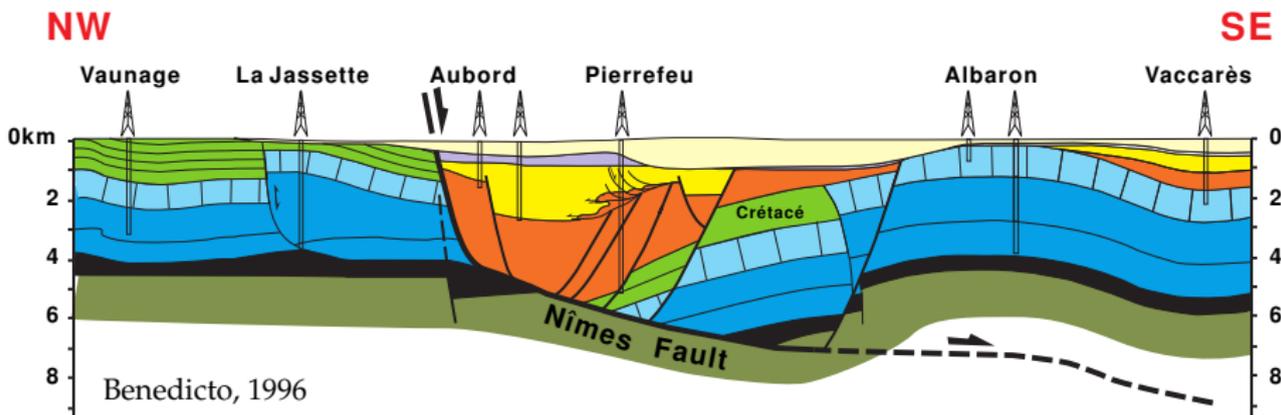


Roches évaporitiques

Évaporites Oligocène de Camargue : Salines de Vauvert

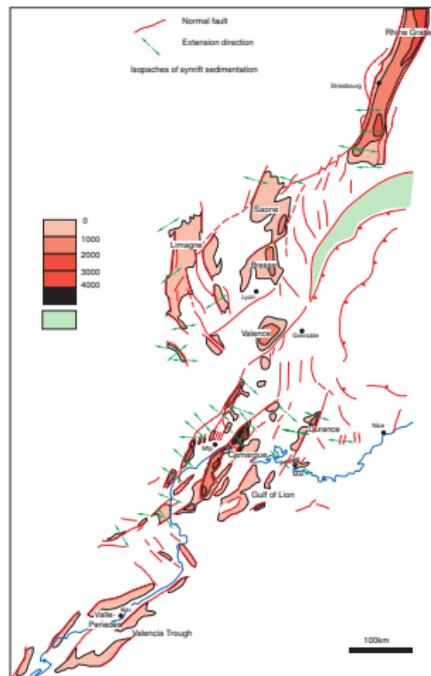
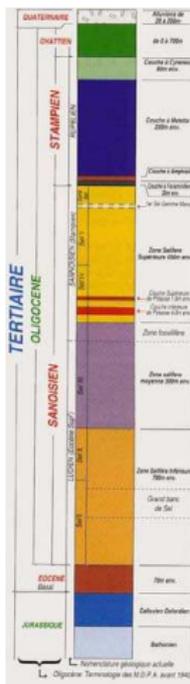
► exploitation de sel gemme pour l'industrie

- ↪ exploitation par forages entre 2500 et 3000 m
- ↪ Injection d'eau dans un puits dissolution du sel ⇒ saumure pompée par un second puits.



Évaporites Éocène-Oligocène du rift Ouest-Européen

► potasse d'Alsace

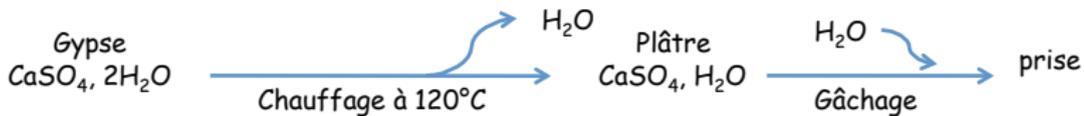


Gypse Paléogène du bassin de Paris

- ▶ matière première du plâtre



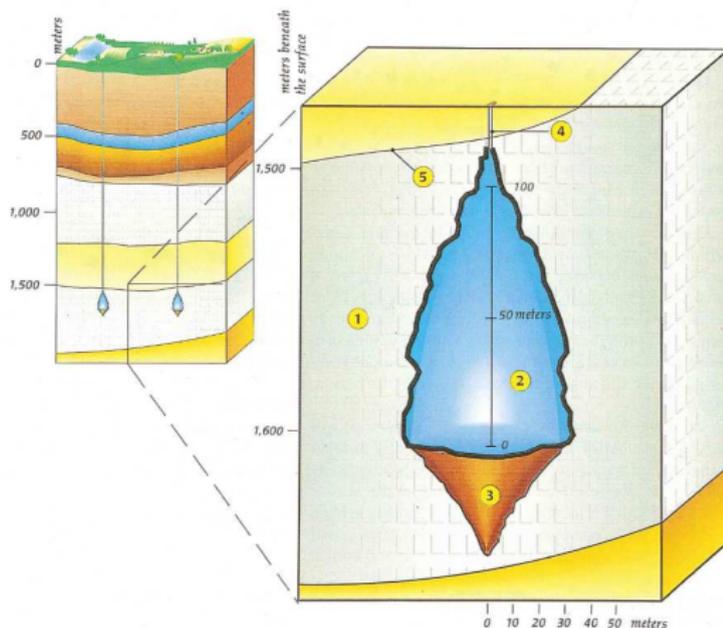
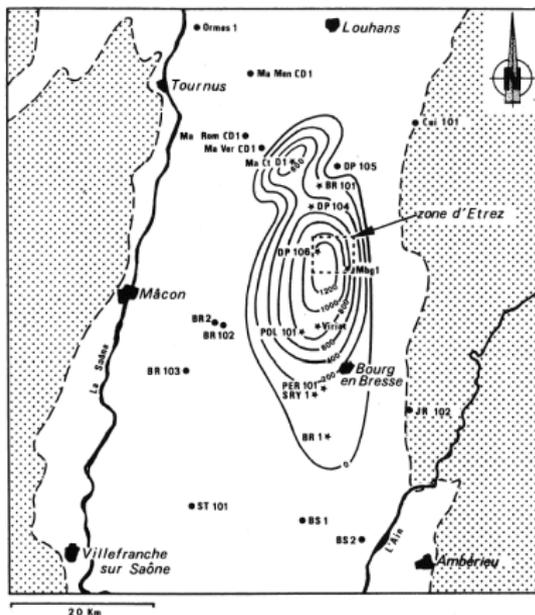
Carrière de Cormeille



Bassin évaporitique du fossé bressan (Etrez)

► stockage d'hydrocarbures gazeux

↪ création de "poires de dissolution" par injection d'eaux douces



Affleurements



Cargneule



Casse déserte

Affleurements



Mine de Varangeville
(Meurthe et Moselle)



Mine de Realmonte
(Sicile)