

8.1 Lacs et environnements lacustres

Un lac est une masse d'eau intérieure qui se forme dans une dépression du sol entourée d'un seuil, empêchant l'eau accumulée de s'échapper. Les lacs sont souvent alimentés par des ruisseaux et des nappes phréatiques. Bien que les sédiments accumulés soient faibles par rapport aux bassins marins, ils peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, avec des dépôts de sable, de boue, de calcaires et de matières organiques. Les lacs modernes sont étudiés en limnologie.

8.1.1 Formation des lacs

Les grandes dépressions intérieures formant un lac résultent de forces tectoniques créant des bassins sédimentaires, souvent liés à l'extension continentale, aux failles de décrochement ou à la subsidence intracontinentale. Les lacs peuvent aussi se former par des barrages naturels (glaciations, glissements de terrain) ou par des volcans (caldeiras).

8.1.2 Hydrologie des lacs

Les lacs sont alimentés par des ruisseaux, l'eau souterraine et les précipitations. Si l'eau ne s'échappe pas, le niveau augmente jusqu'à déborder, ce qui permet l'équilibre entre l'entrée et la sortie de l'eau. Un lac est dit **hydrologiquement ouvert** lorsque l'eau atteint un point de déversement, assurant ainsi un apport constant d'eau douce. Si l'évaporation dépasse l'apport en eau, le lac devient **hydrologiquement fermé**, créant un bassin endorhéique où les minéraux se concentrent par évaporation, entraînant la formation de dépôts évaporites.

Types de lacs selon leur hydrologie :

1. **Lacs d'eau douce** : Faible salinité, hydrologiquement ouverts ou fermés avec un faible apport en ions dissous.
2. **Lacs salins** : Hydrologiquement fermés avec concentration d'ions par évaporation, rendant l'eau salée.
3. **Lacs éphémères** : Temporaires, formés après de fortes pluies dans des zones arides, mais se desséchant par la suite.

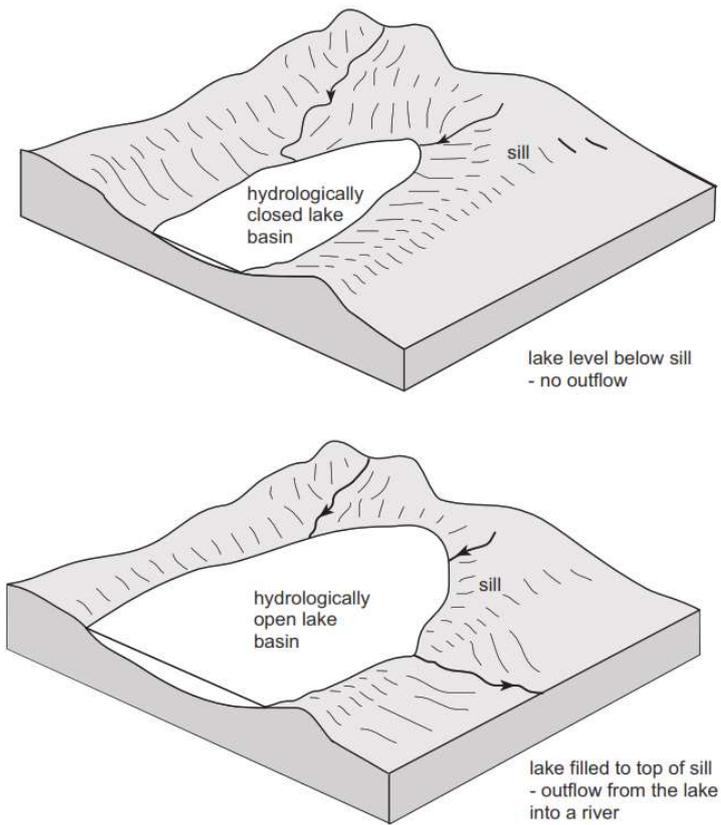


Fig. 8.1 Régimes hydrologiques des lacs.

8.2 Lacs d'eau douce

Les lacs d'eau douce représentent la majorité des grands lacs modernes, et ils se trouvent à des latitudes allant de l'Équateur aux régions polaires. Ces lacs, y compris certains des plus grands et des plus profonds au monde, ont des dépôts stratigraphiques datant du Dévonien au Néogène.



Figure 8.2 représente un bassin lacustre alimenté par une rivière au premier plan, avec un exutoire vers la mer à l'arrière-plan, franchissant un seuil.

8.2.1 Hydrologie des Lacs d'Eau Douce

- Les lacs sont des masses d'eau statiques, mais des vagues peuvent se former sous l'effet du vent, créant des **courants de surface** pouvant atteindre 30 cm/s, principalement dans les vallées étroites.
- Les **courants** et les **vagues** n'affectent que la surface de l'eau, tandis qu'au-dessous de 10 à 20 mètres, l'eau est peu influencée, ce qui favorise la **stratification** des eaux :
 - **Épi limnion** : zone supérieure chaude, en contact avec l'air, influencée par le vent.
 - **Hypo limnion** : zone inférieure froide et stable, non influencée par le vent.
- La **thermocline** sépare ces deux zones, marquant une transition rapide de température.
- **Densité de l'eau** : L'eau chaude et moins dense reste en surface, tandis que l'eau froide et plus dense se stabilise au fond, créant une **stratification stable**.

❖ Conséquences pour l'Oxygénation et la Décomposition

- L'agitation de la surface par le vent enrichit l'**épi limnion** en oxygène, tandis que l'**hypo limnion** reste isolé, sans circulation d'eau, et donc privé d'oxygène.
- Cette absence d'oxygène dans l'hypo limnion empêche la décomposition aérobie de la matière organique, permettant l'accumulation de matière organique. Cela peut conduire à la formation de **charbon détritique** ou de **roches-mères** pour les ressources fossiles (pétrole, gaz).

❖ Dépôts Détritiques en Marge du Lac

- Les lacs accumulent des **dépôts détritiques**, en particulier près des embouchures des rivières.
 - Lorsqu'une rivière se jette dans un lac, la vitesse de l'eau chute, formant un **delta** à l'embouchure. Ce processus est similaire aux deltas fluviaux mais peut aussi être influencé par les vagues et courants lacustres.
 - La nature des dépôts deltaïques dépend de l'apport sédimentaire, allant des **matériaux fins** aux **deltas graveleux**.
- Plus loin de l'embouchure, les **dépôts littoraux** sont influencés par les **vents** :
 - **Vents faibles** : dépôts fins près des rives.
 - **Vents forts** : redistribution des sables, formant des **plages sableuses**.
- Les zones de faible pente près du lac peuvent présenter des environnements **marécageux** ou **palustres**, où les sédiments subissent des modifications pédogénétiques.

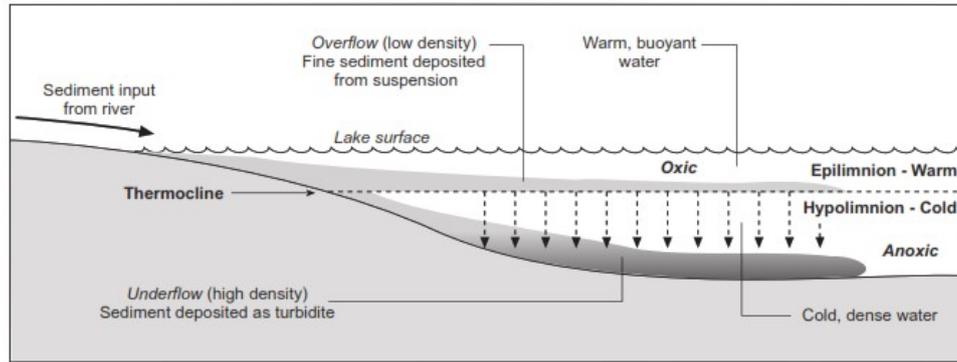


Fig. 8.3 — La stratification thermique des eaux des lacs d'eau douce entraîne la formation d'une couche supérieure plus oxygénée, l'épilimnion, et d'une couche inférieure plus froide et anoxique, l'hypolimnion. La sédimentation dans le lac est contrôlée par cette stratification de densité située au-dessus et en dessous de la thermocline.

8.2.3 Faciès de lac profond

Dans les zones profondes des lacs, la sédimentation détritique se produit principalement par deux mécanismes : les panaches de sédiments en suspension et les courants de densité.

- **Panaches de sédiments** : Ces panaches peuvent être introduits dans le lac par les rivières. Si le mélange eau-sédiments est moins dense que l'hypolimnion, il reste au-dessus de la thermocline et est redistribué par les courants de surface. Les sédiments finement suspendus se déposent lentement, formant une couche de boue sur le fond du lac.
- **Courants de densité** : Ces courants transportent des sédiments plus grossiers sur le fond du lac. Les mélanges de sédiments en suspension, apportés par les rivières ou les deltas, peuvent créer des courants de turbidité qui se déplacent sur le fond du lac, déposant des couches granodécroissantes où les matériaux les plus grossiers se déposent en premier, suivis par les plus fins.

Les dépôts dans les zones profondes des lacs présentent des caractéristiques spécifiques : des vases finement laminées alternent avec des turbidites granodécroissantes, formant une succession finement litée typique des environnements lacustres profonds.

- **Lamination dans les Lacs Profonds**
- L'absence d'organismes vivants dans les lacs profonds préserve la fine lamination des sédiments.
- Dans les lacs situés en régions tempérées, une stratification saisonnière se forme :
 - **Fonte printanière** : Apport d'eau froide et de sédiments, créant une couche sur le fond du lac.
 - **Été** : Augmentation de la productivité organique, avec dépôt de matière organique dans des conditions anaérobies.
- Cette alternance forme des **varves** (laminés millimétriques), qui sont utilisées en **chronostratigraphie**.

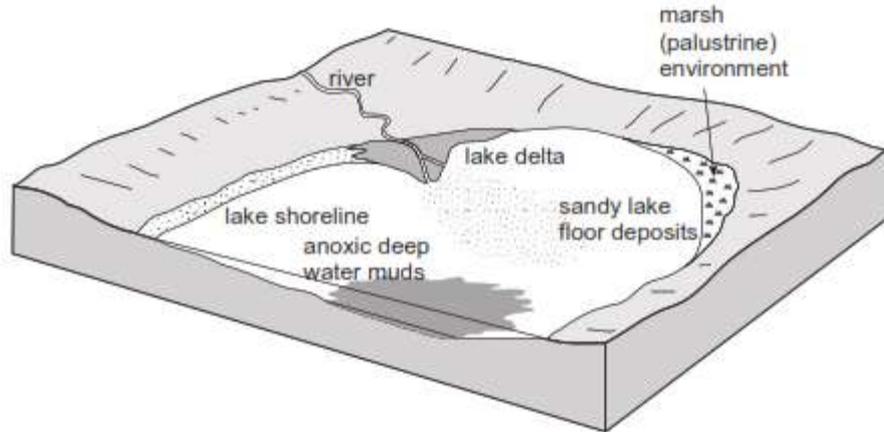


Fig. 8.4 Répartition des faciès dans un lac d'eau douce à sédimentation principalement détritifique.

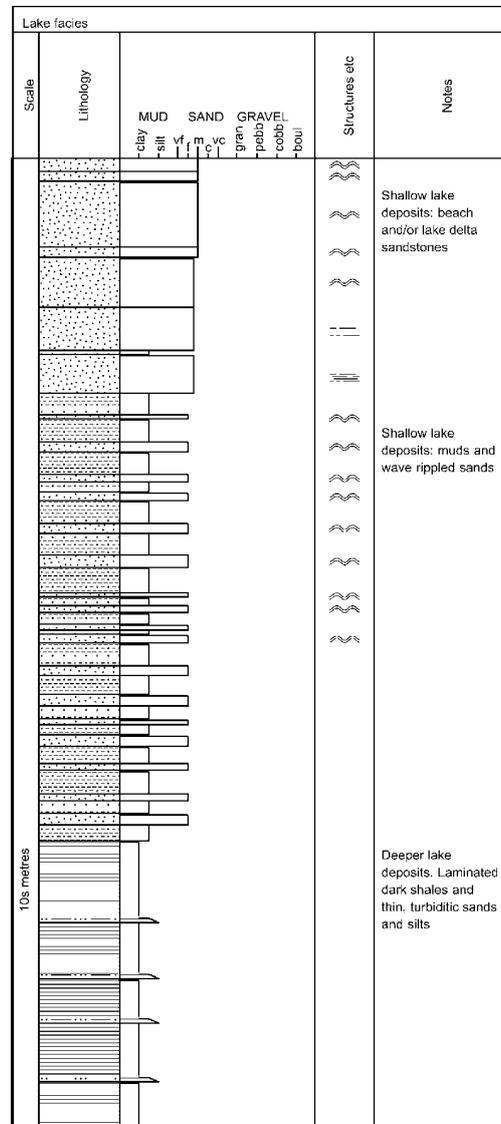


Fig. 8.5 Log stratigraphique sédimentaire schématique à travers des dépôts détritiques dans un lac d'eau douce.

8.2.4 Carbonates lacustres

- Les carbonates sont fréquents dans les lacs, mais surtout lorsque l'apport détritique est faible.
- Dans les lacs d'eau douce, les **carbonates de calcium** se forment principalement par activité biologique.
- Les sources de carbone comprennent les coquilles des animaux (bivalves, gastéropodes) et les algues (cyanobactéries, algues vertes) :
 - Ces organismes forment des **biohermes** et des **biostromes stromatolitiques**.
 - Formation d'**oncoïdes** (grains concentriquement laminés) et d'**oolites** (bancs d'oolite).
 - Le **tuf** (ou travertin) se forme par précipitation inorganique, souvent près des sources d'eau.

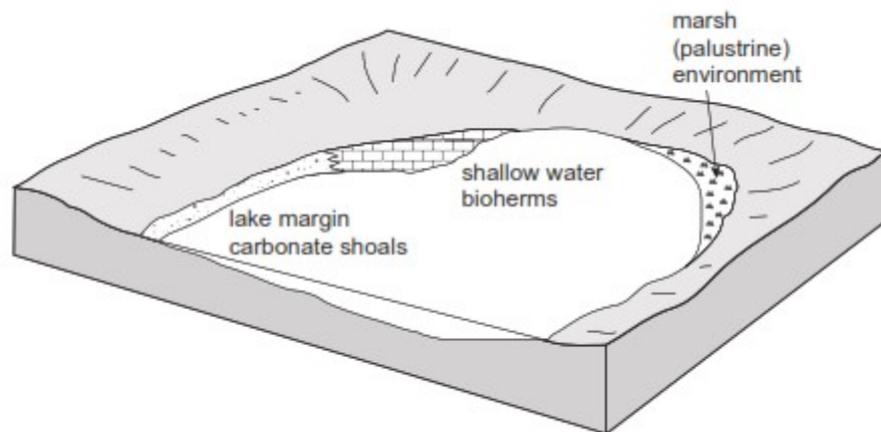


Fig. 8.6 Répartition des faciès dans un lac d'eau douce avec dépôt de carbonates.

8.3 LACS SALÉS

- **Lacs salés** : alimentés par des rivières avec des ions dissous provenant de l'altération des roches, et situés dans des régions à haute évaporation.
- La salinité varie entre **eaux saumâtres** (5 g/L), **eaux salines** (similaires à l'eau de mer), et **eaux hypersalines**.
- **Types de lacs salés** :
 - **Lacs sodiques** : riches en ions bicarbonates et carbonates de sodium (ex. trona, natron).
 - **Lacs sulfatés** : riches en magnésium et calcium, formant des minéraux comme le gypse.
 - **Lacs salins ou chlorurés** : similaires aux évaporites marines (ex. mer Morte).
- La biodiversité est limitée mais comprend des **cyanobactéries** et des **algues bleues**, qui forment la base d'une chaîne alimentaire.
- Les lacs salés présentent une lamination fine, alternant des **lamines blanches** (précipitation d'aragonite en été) et des **lamines sombres** (apports détritiques en hiver).



Fig. 8.7 Un lac salé, Mono Lake, Californie : les monticules de dépôts minéraux sont associés à des eaux de sources sous-marines.

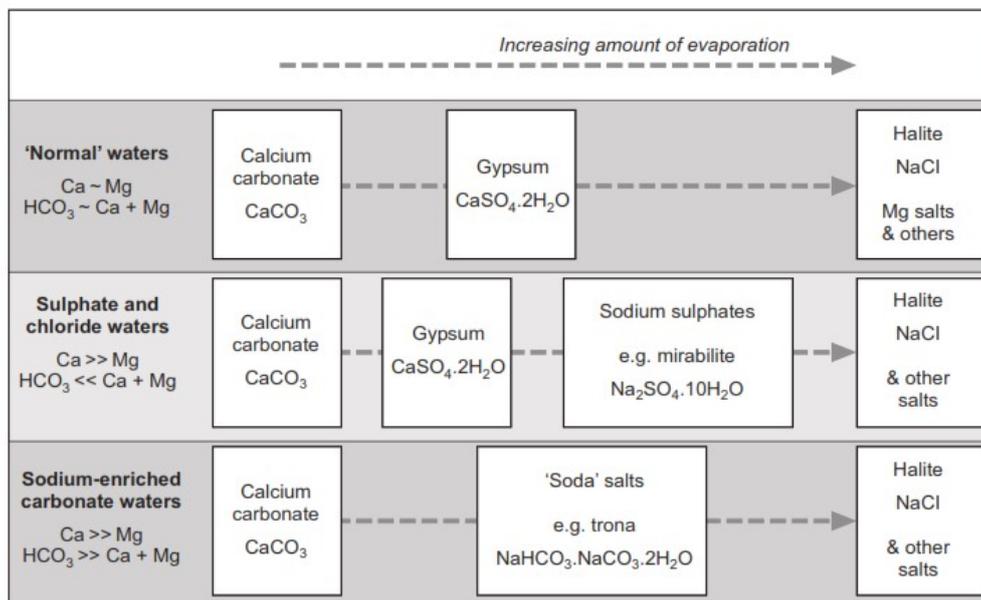


Fig. 8.8 Trois types généraux de lacs salés peuvent être distingués sur la base de leur composition chimique.

8.4 Lacs éphémères (Ephemeral Lakes)

Définition et contexte

- Les lacs éphémères, aussi appelés *playa lakes* ou *saline pans*, sont des étendues d'eau temporaires qui se forment dans des environnements semi-arides à arides, caractérisés par de faibles précipitations et une forte évaporation.
- Ils apparaissent après des épisodes de pluies intenses, souvent rares et espacées de plusieurs années, provoquant des crues soudaines qui alimentent les bassins centraux en eau et en sédiments.

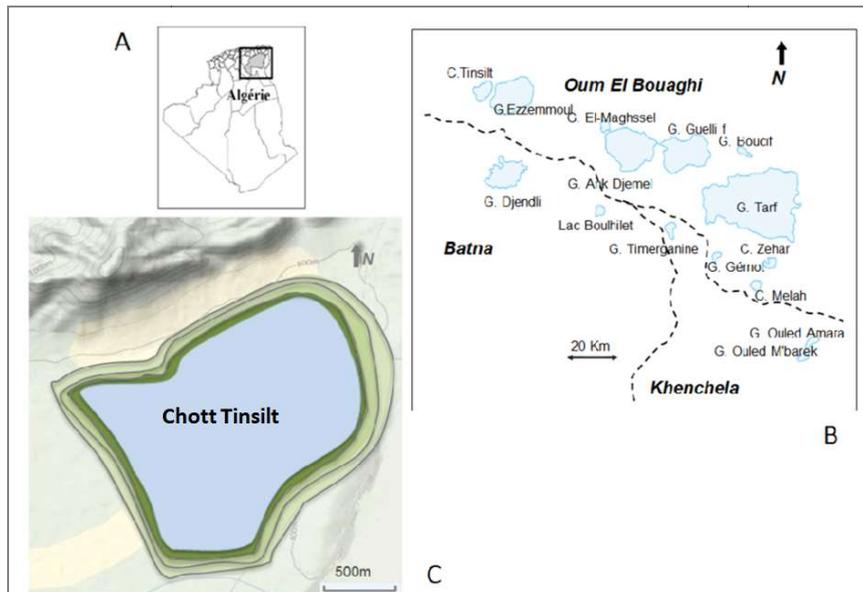


Fig.8.9 : Les Chotts d'Oum El Bouaghi – Algérie



Fig 8.10 Les lacs d'Ouled Zouai (Tinsilt) - Oum El Bouaghi – Algérie

Processus sédimentaire

- Après la formation du lac, les particules en suspension se déposent, créant une couche de sédiments fins et boueux.
- L'évaporation progressive de l'eau entraîne une concentration accrue des ions dissous, conduisant à la précipitation des minéraux évaporitiques, les moins solubles se déposant en premier.
- Le dépôt final se compose généralement d'une couche de boue surmontée d'une couche de minéraux évaporitiques.

Structures sédimentaires caractéristiques

- Les cycles répétés d'inondation et d'évaporation produisent des couplets sédimentaires caractéristiques, constitués d'une couche de boue suivie d'une couche de minéraux évaporitiques, d'une épaisseur de quelques millimètres à centimètres.

- Ces dépôts sont typiques des lacs éphémères et sont souvent associés à d'autres faciès des environnements arides, tels que les dépôts éoliens, les cônes alluviaux et les matériaux déposés par les crues soudaines.

Formation de minéraux évaporitiques périphériques

- Des minéraux évaporitiques peuvent également se former dans les sédiments entourant les lacs éphémères, où les eaux souterraines salines s'évaporent à la surface, concentrant les minéraux dissous et conduisant à la cristallisation de minéraux tels que le gypse.
- Le gypse peut former des structures appelées « roses des sables », qui sont des cristallisations de gypse en milieu sableux ou argileux, résultant de l'évaporation d'eaux souterraines salines.



Fig. 8.11 (Croûte polygonale saline. Cristallisation de sel par évaporation à l'intérieur des formes polygonales.)

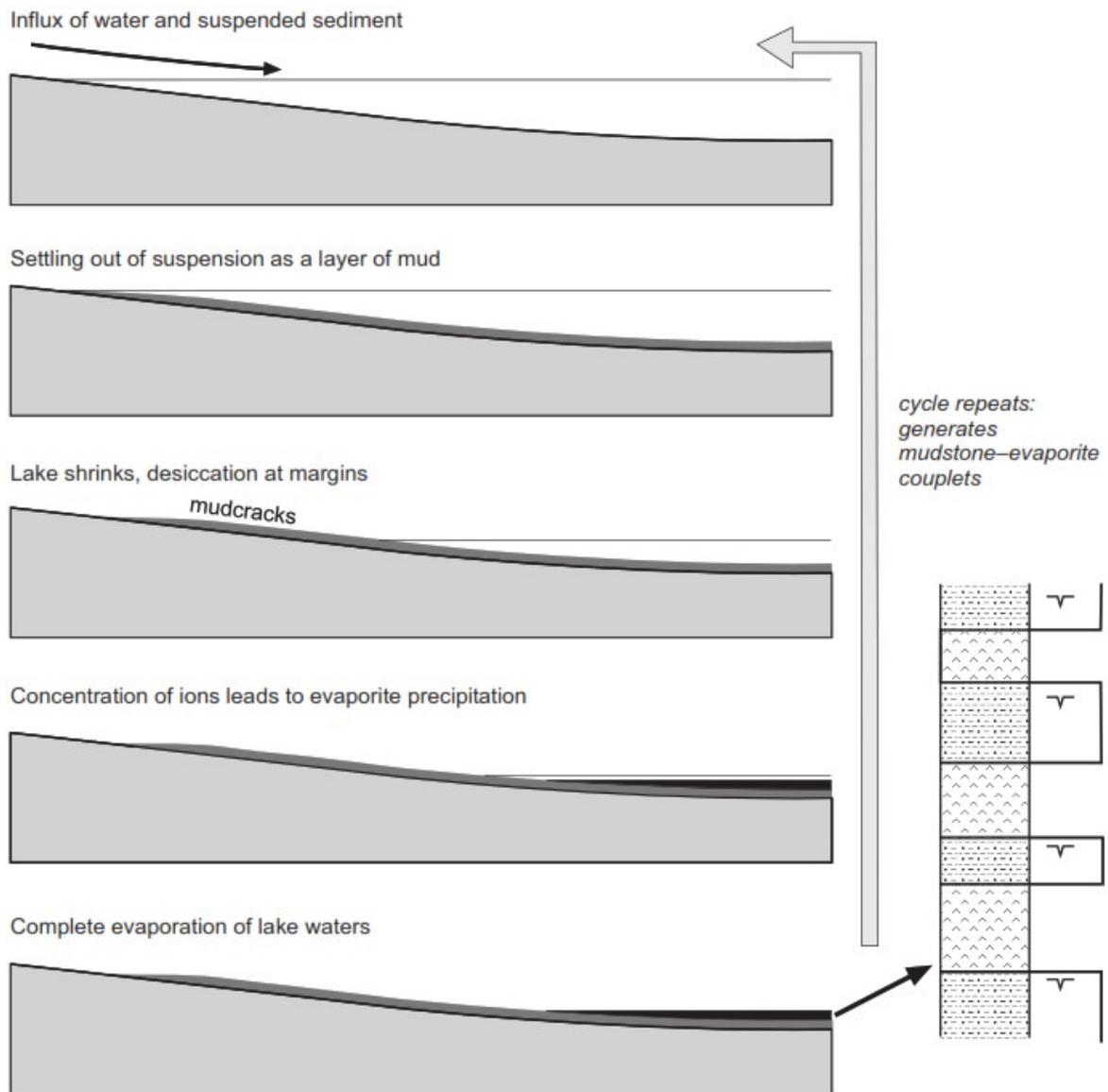


figure 8.12 le processus de formation des dépôts caractéristiques des lacs éphémères. Lorsqu'un lac éphémère reçoit un afflux d'eau et de sédiments, des couches de boue se déposent depuis la suspension pour former un lit mince, qui est ensuite recouvert de minéraux évaporitiques à mesure que l'eau s'évapore. Les répétitions de ce processus créent une série de couplets constitués d'une couche de boue suivie d'une couche de minéraux évaporitiques.