

U3A 2019



Qu'est-ce le calcaire, que nous
raconte-t-il ?

Vision scientifique d'une roche
commune et pourtant si particulière

Eric P. Verrecchia
Faculté Géosciences et Environnement
Laboratoire Biogéosciences

Menu des réjouissances

- **Qu'est-ce que le calcaire ?**
Comment voit-on le calcaire autour de nous ?
De quoi est-il formé ?
- **Le calcaire: une question de chimie ?**
Ses éléments constitutifs
Quelques rappels de chimie de base
- **Les chemins du calcaire: de la mer...à la baignoire**
Petits exemples à la maison
Calcaires et changements climatiques

Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



Calcaire = Tartre

Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



Il existerait même du « Calcaire de magnésium » ???

Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



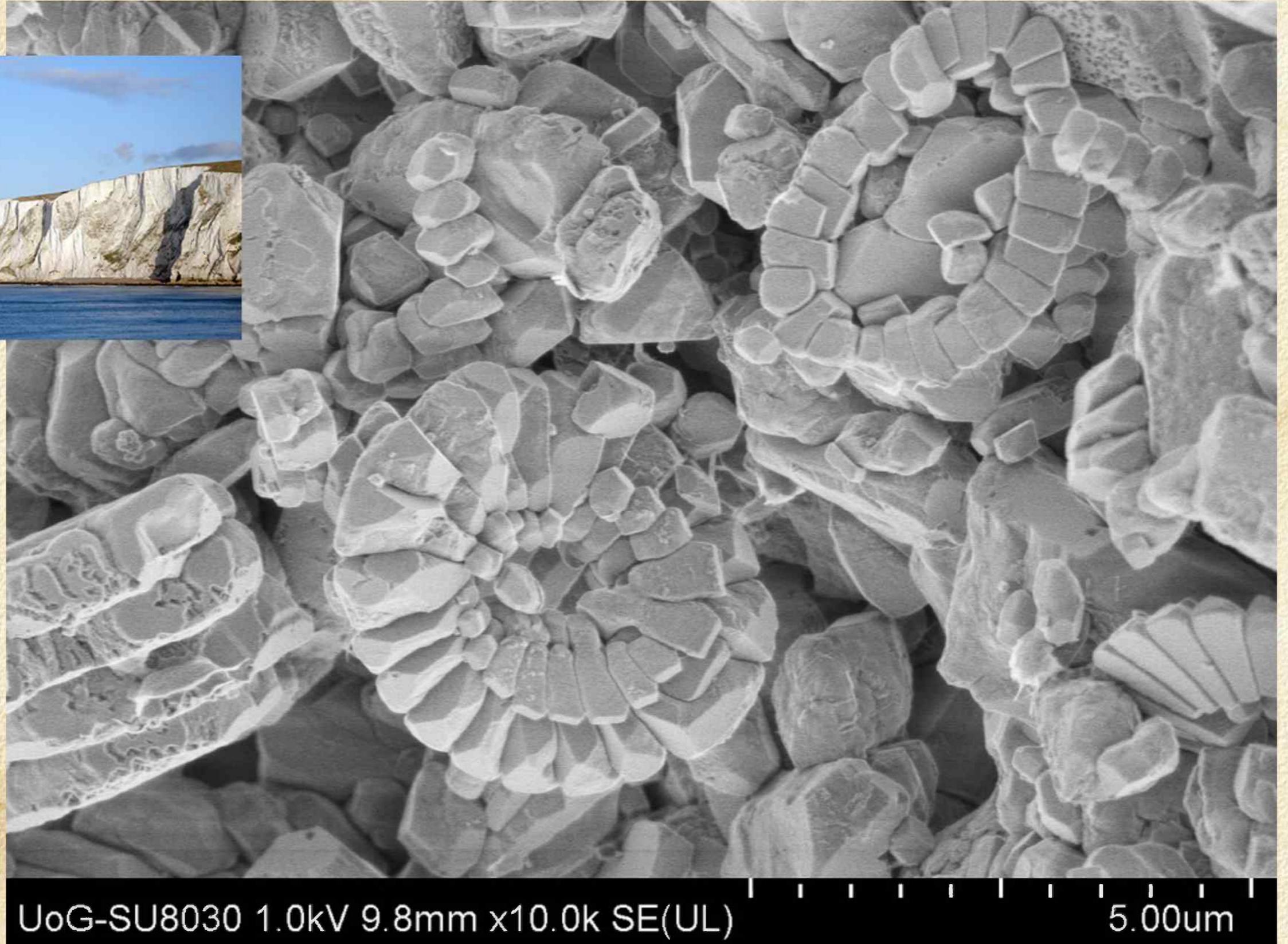
Qu'est-ce que le calcaire ?

Comment voit-on le calcaire autour de nous ?



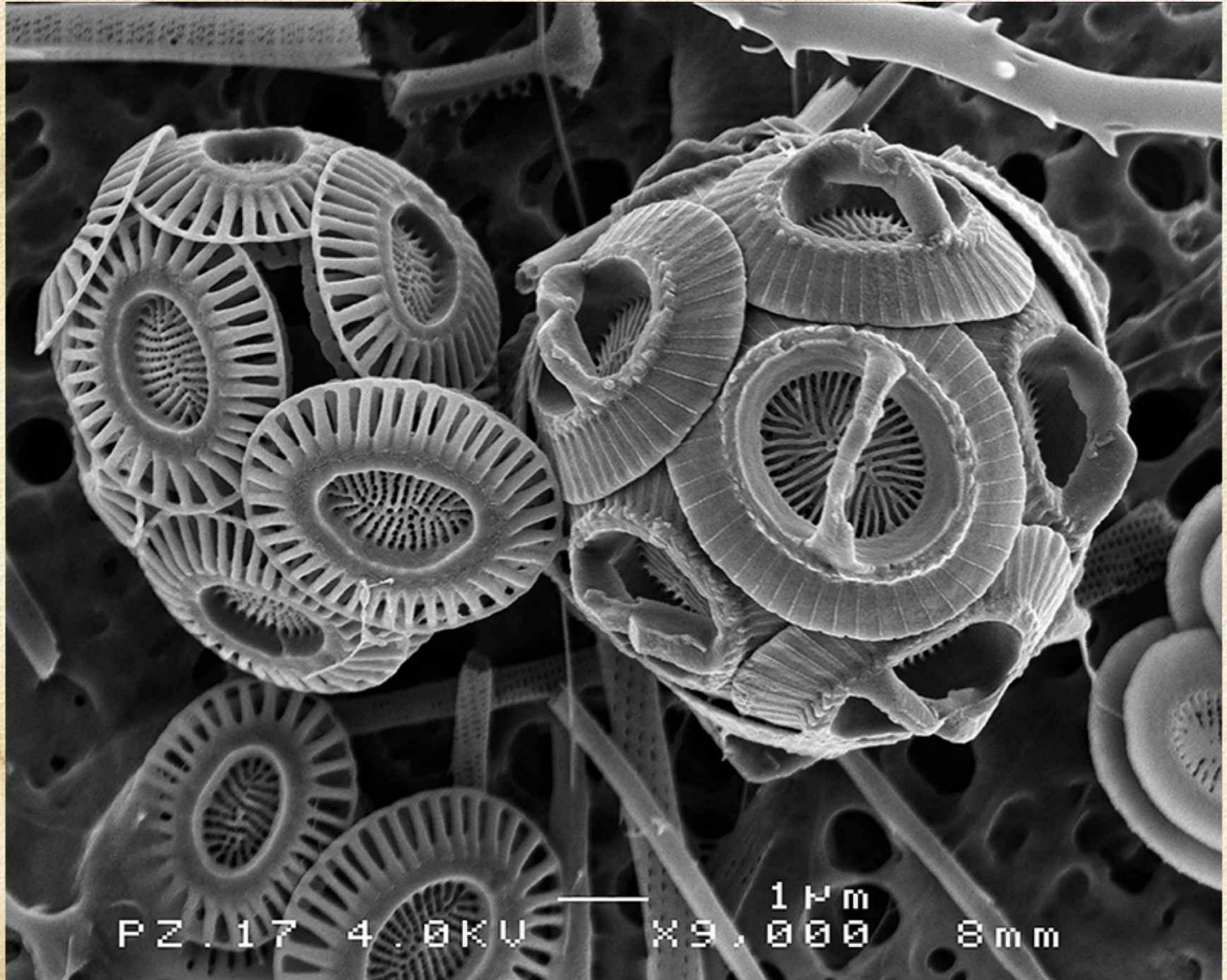
Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?

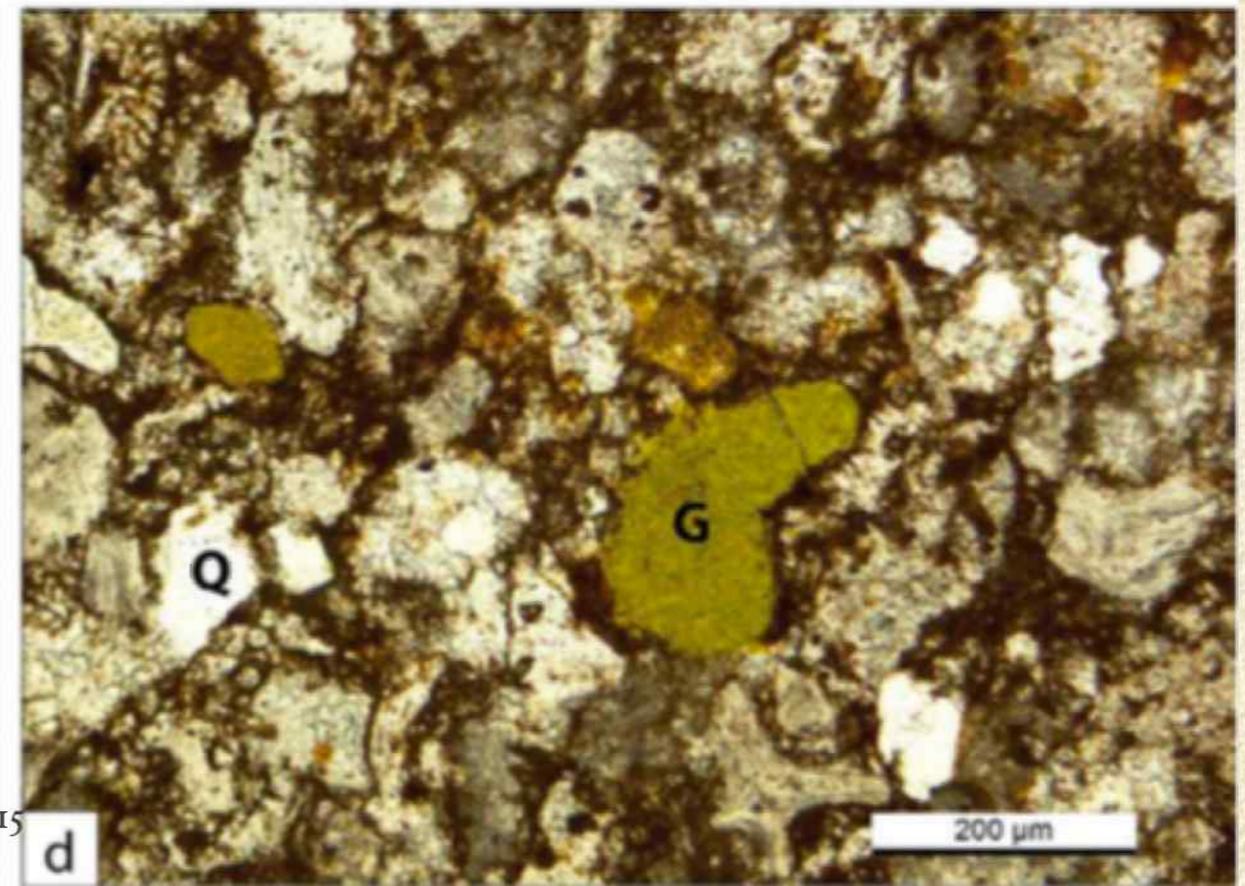
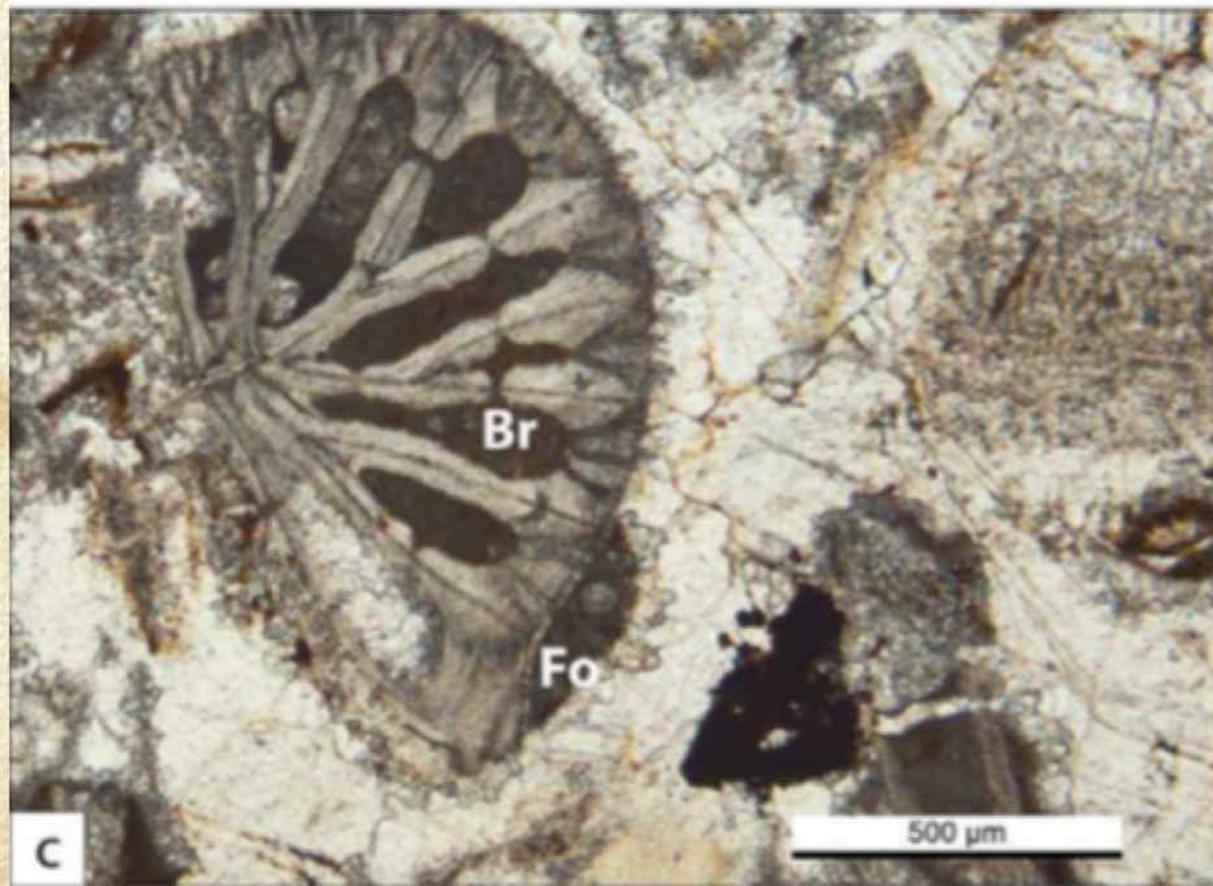
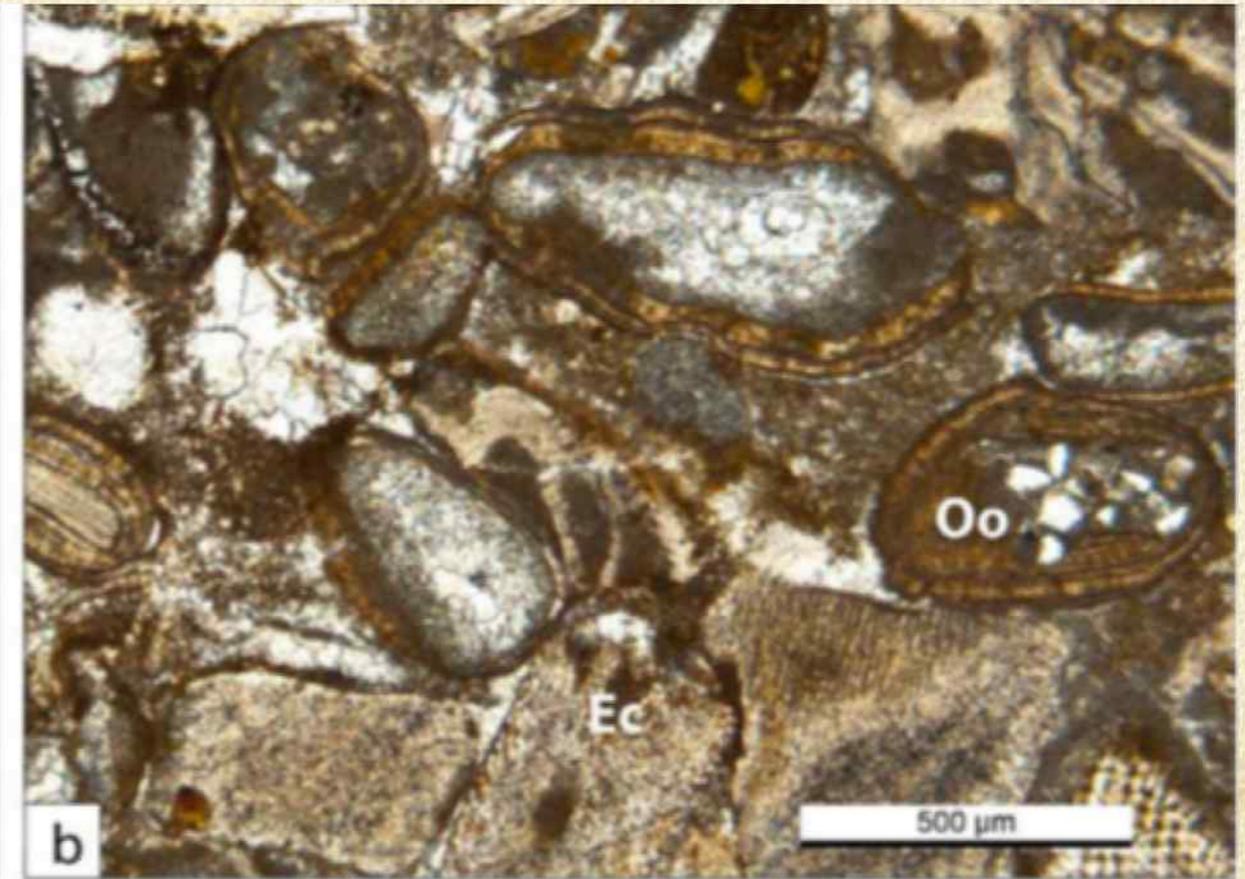
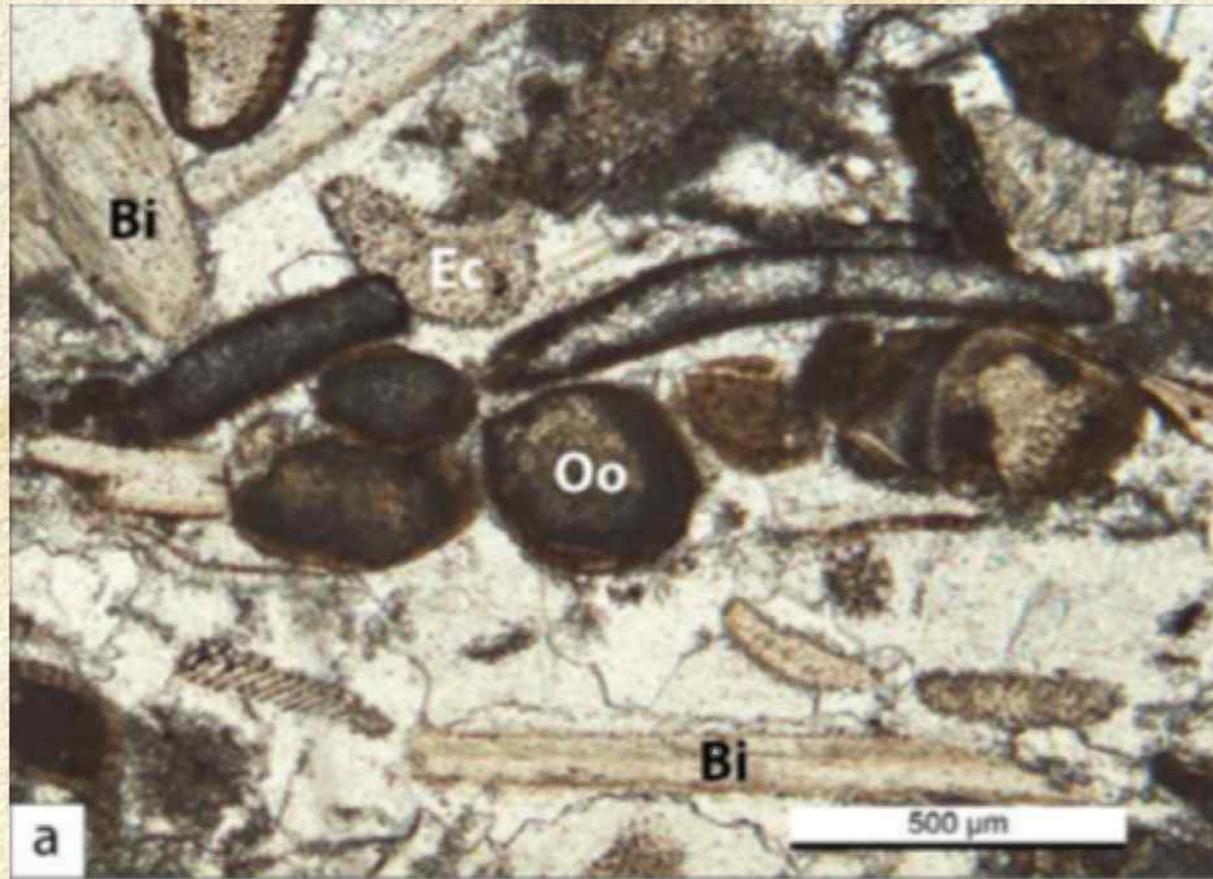


La pierre d'Hauterive

Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?

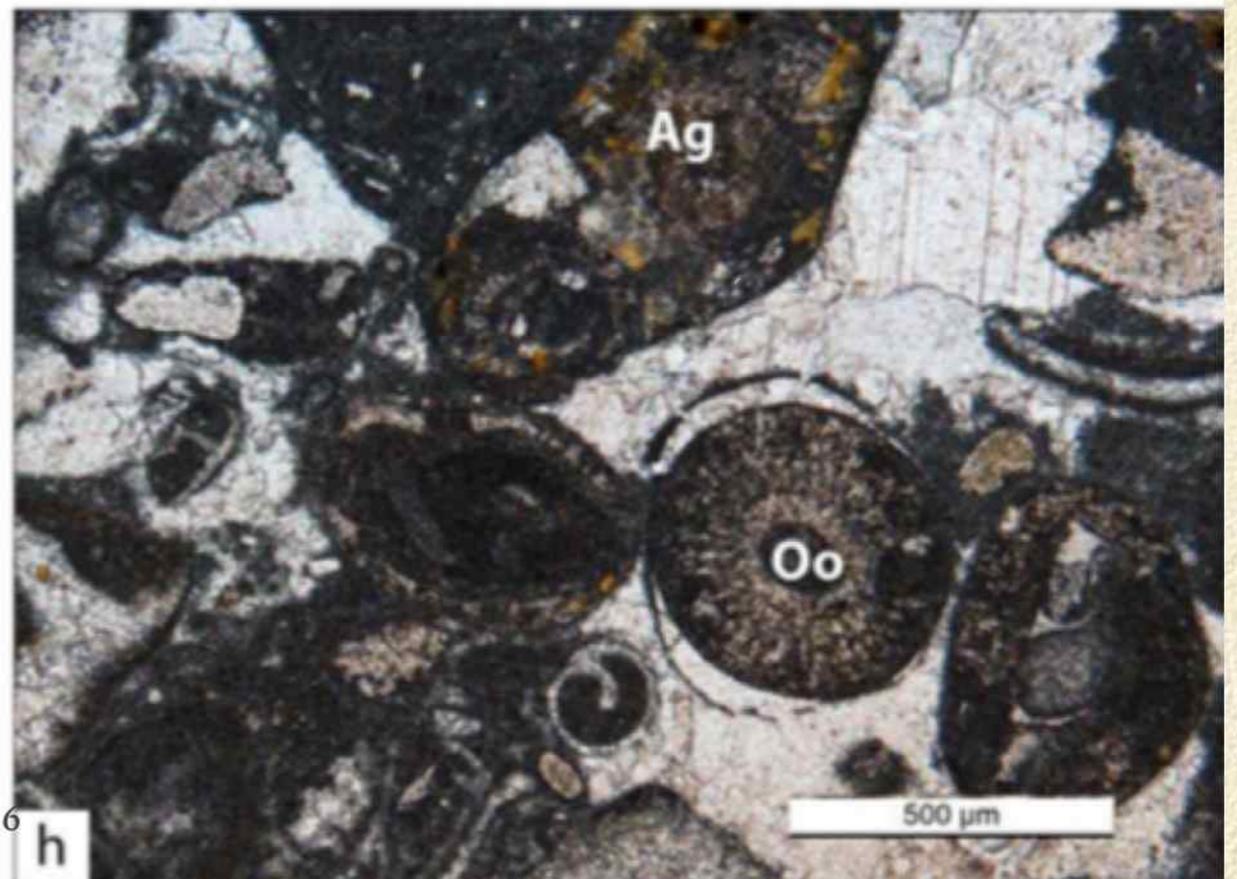
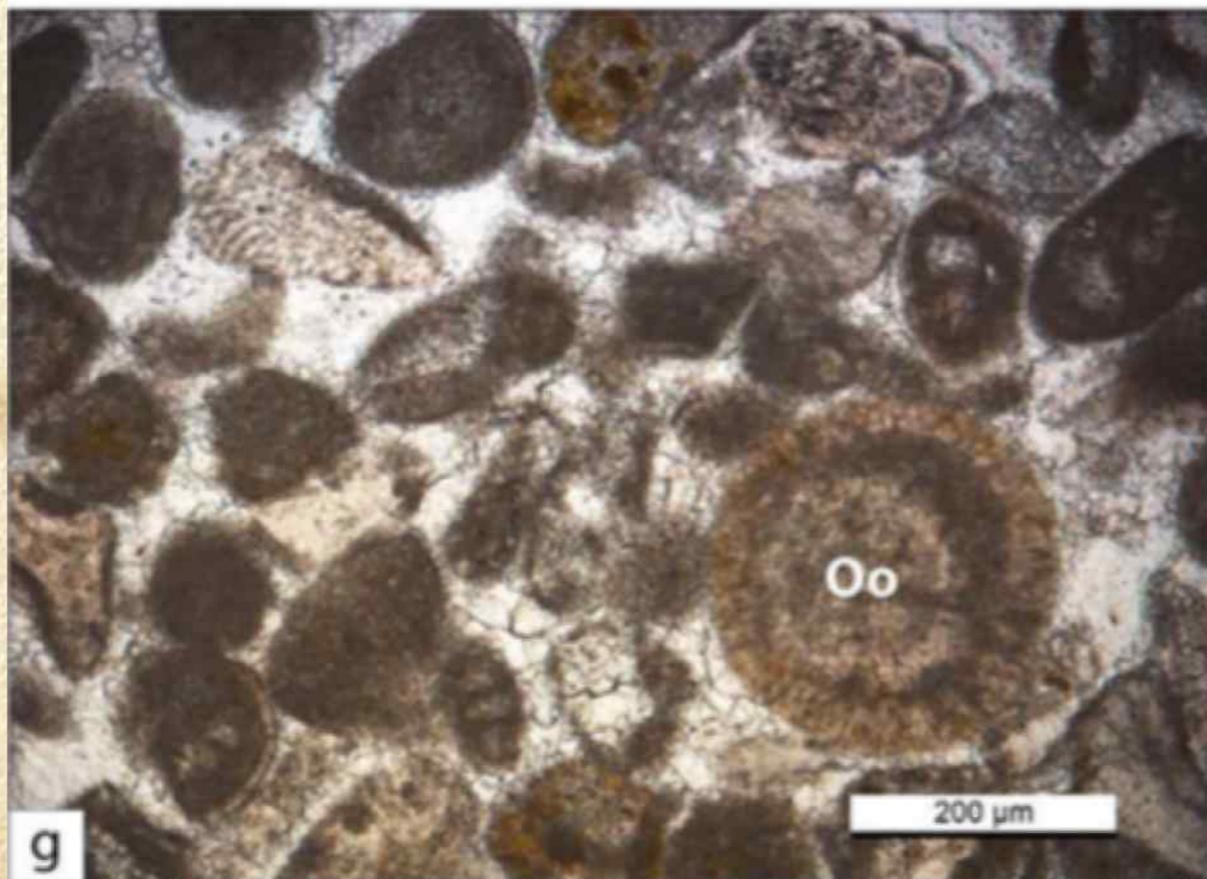
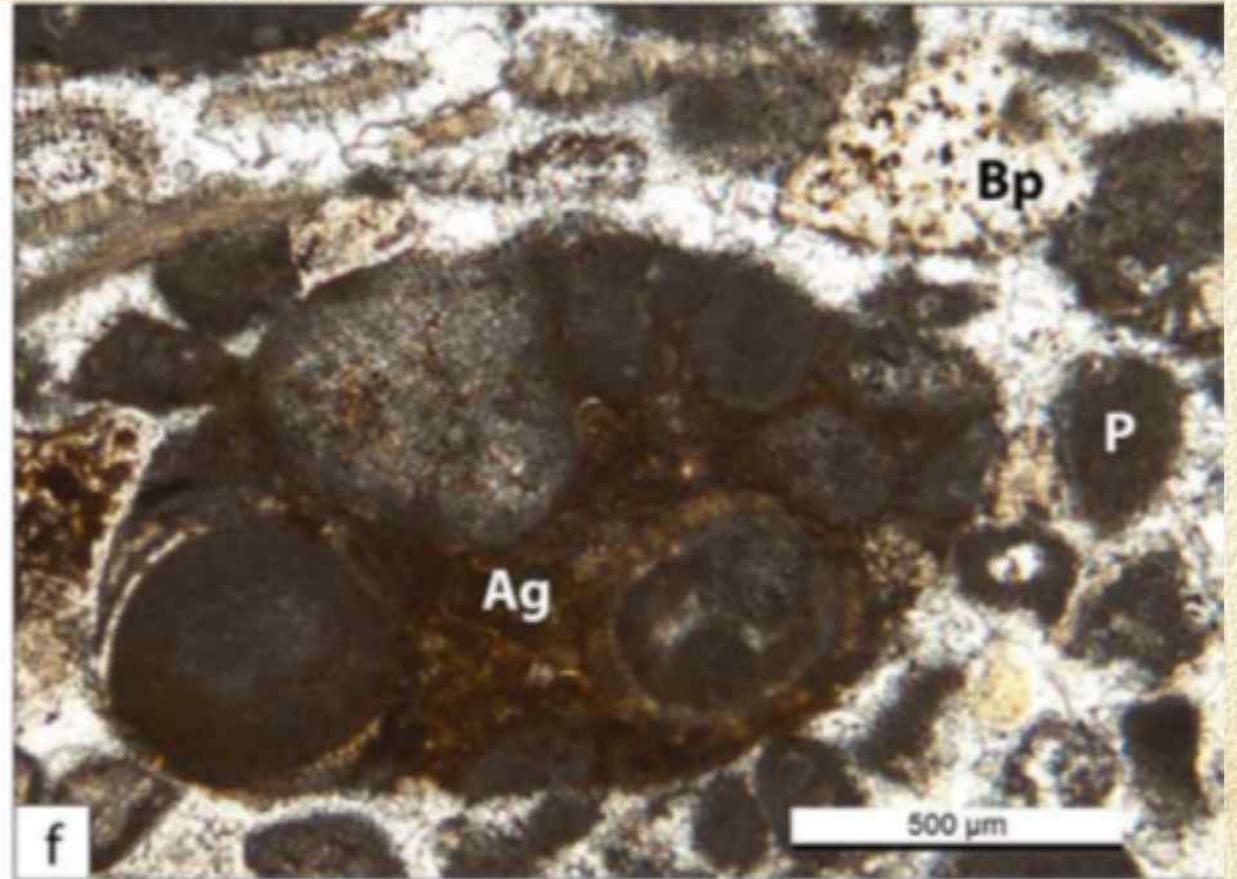
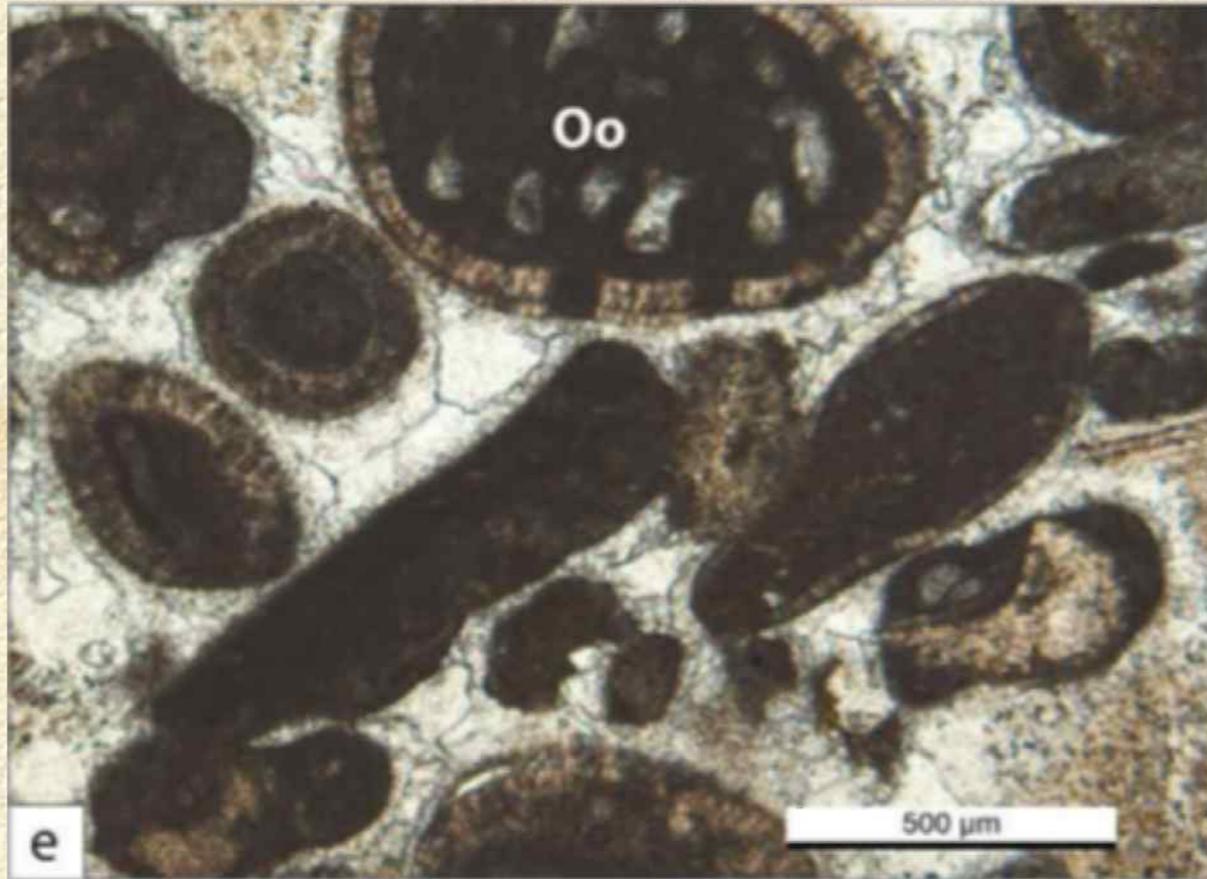
Strasser et al., 2018



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?

Strasser et al., 2018



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?

Penicillus pyriformis and *P. dumetosus*



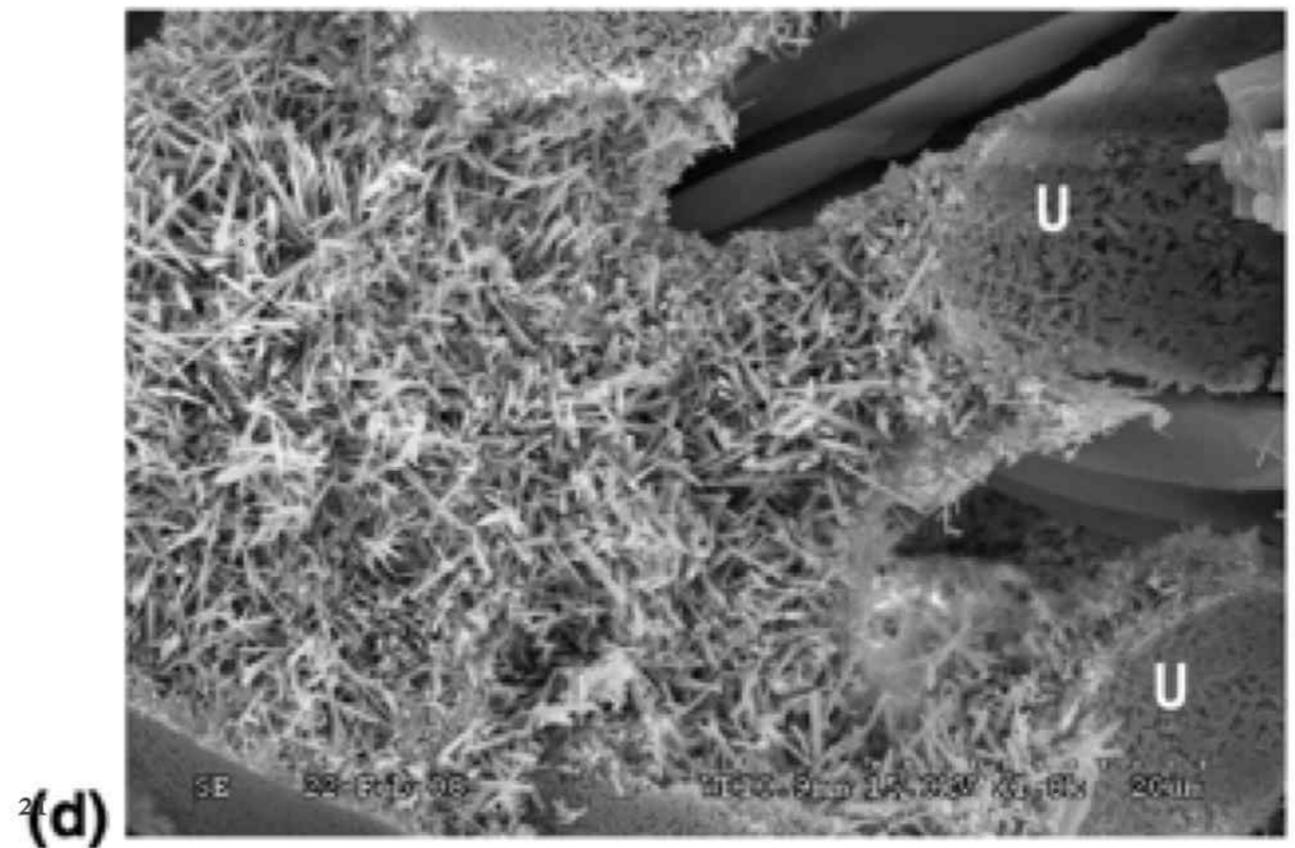
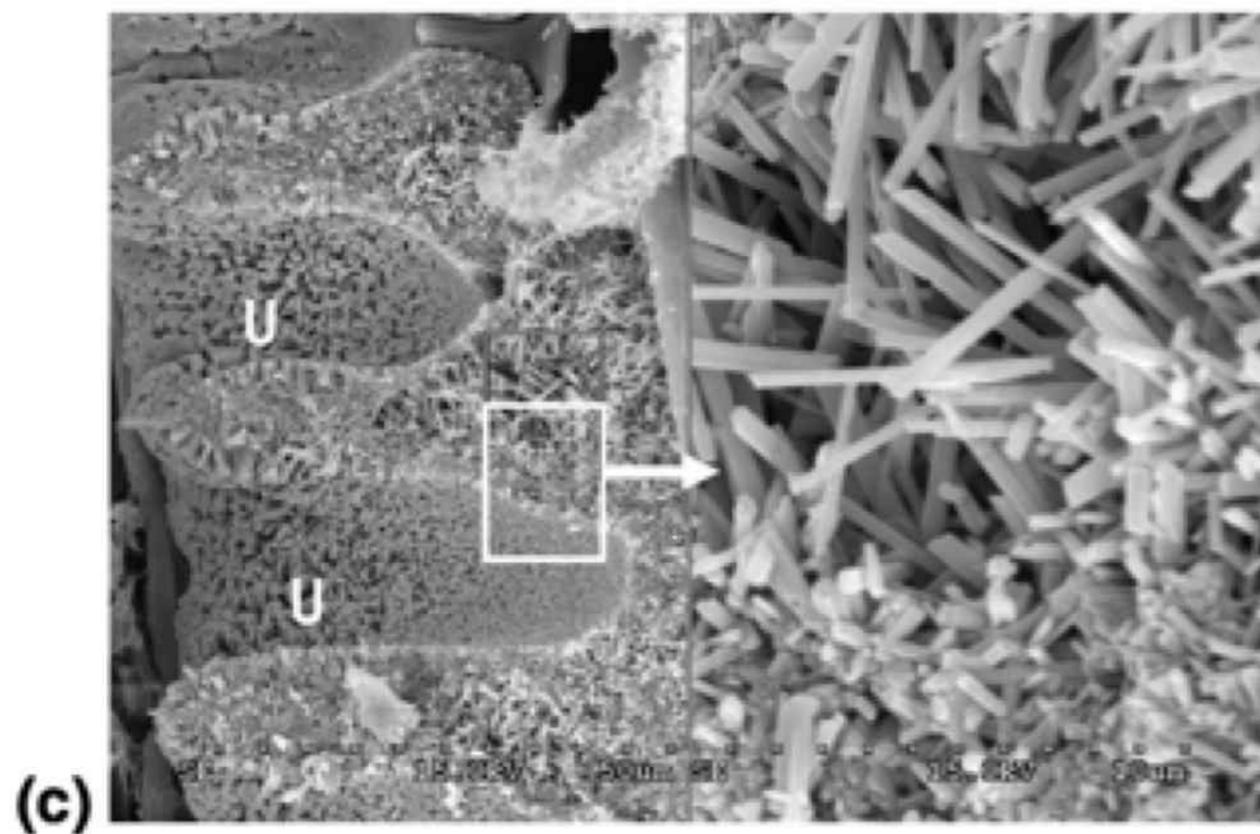
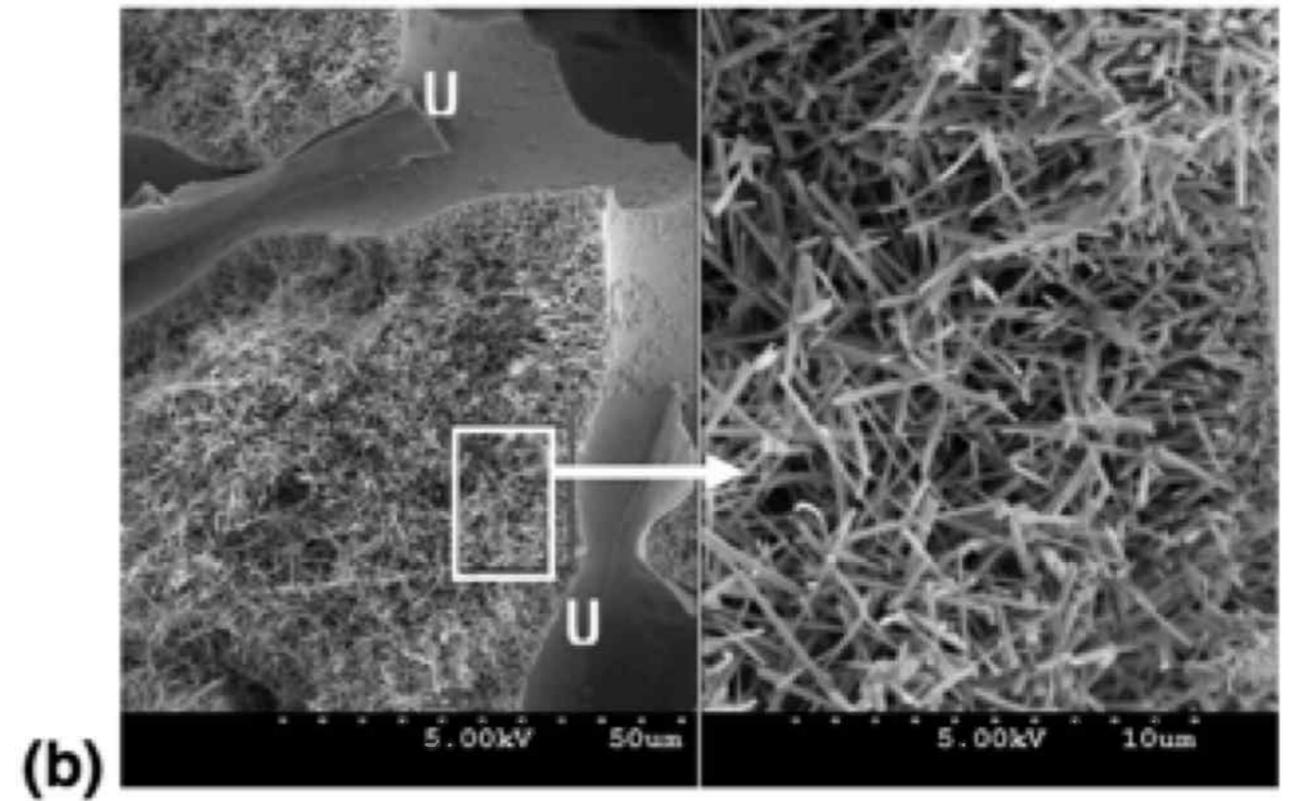
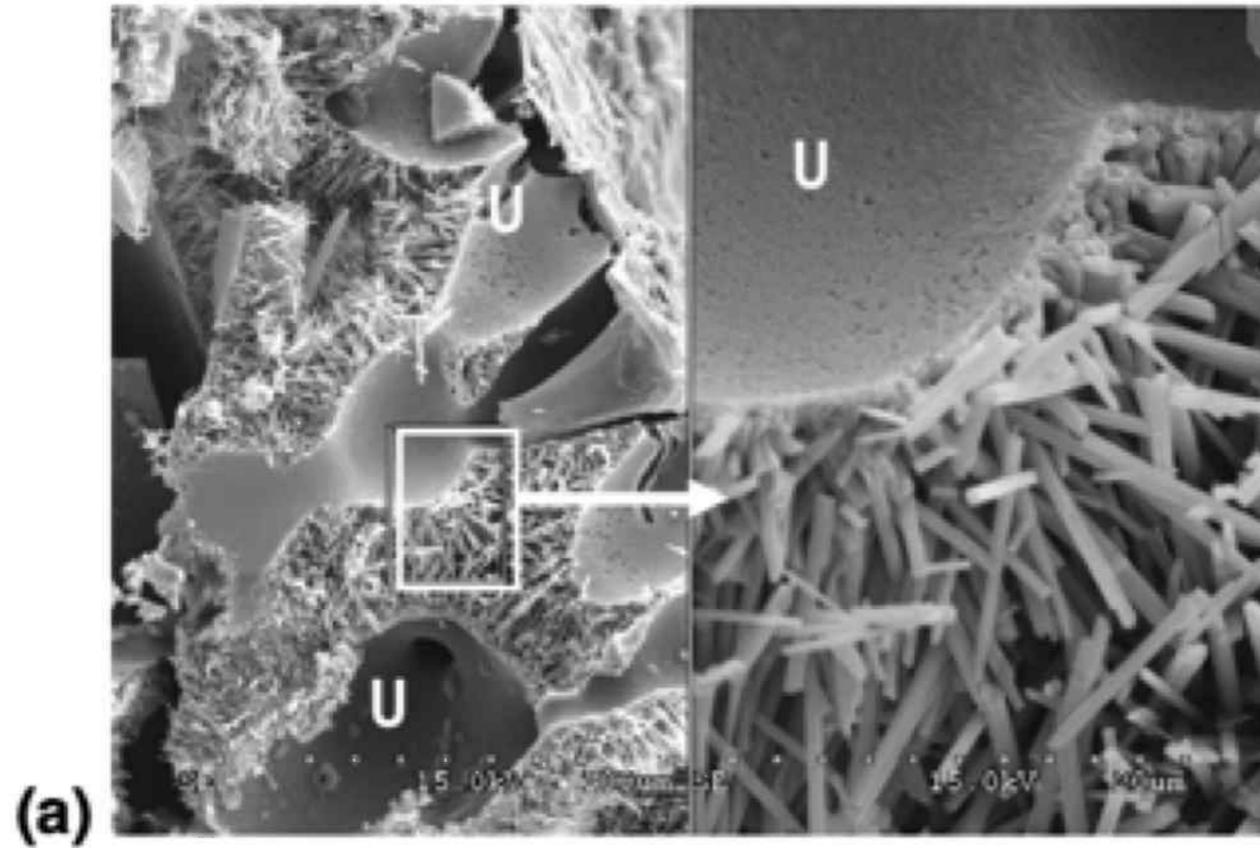
Halimeda monile and *Neomeris annulata*



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?

Robbins et al., 2009



Qu'est-ce que le calcaire ?

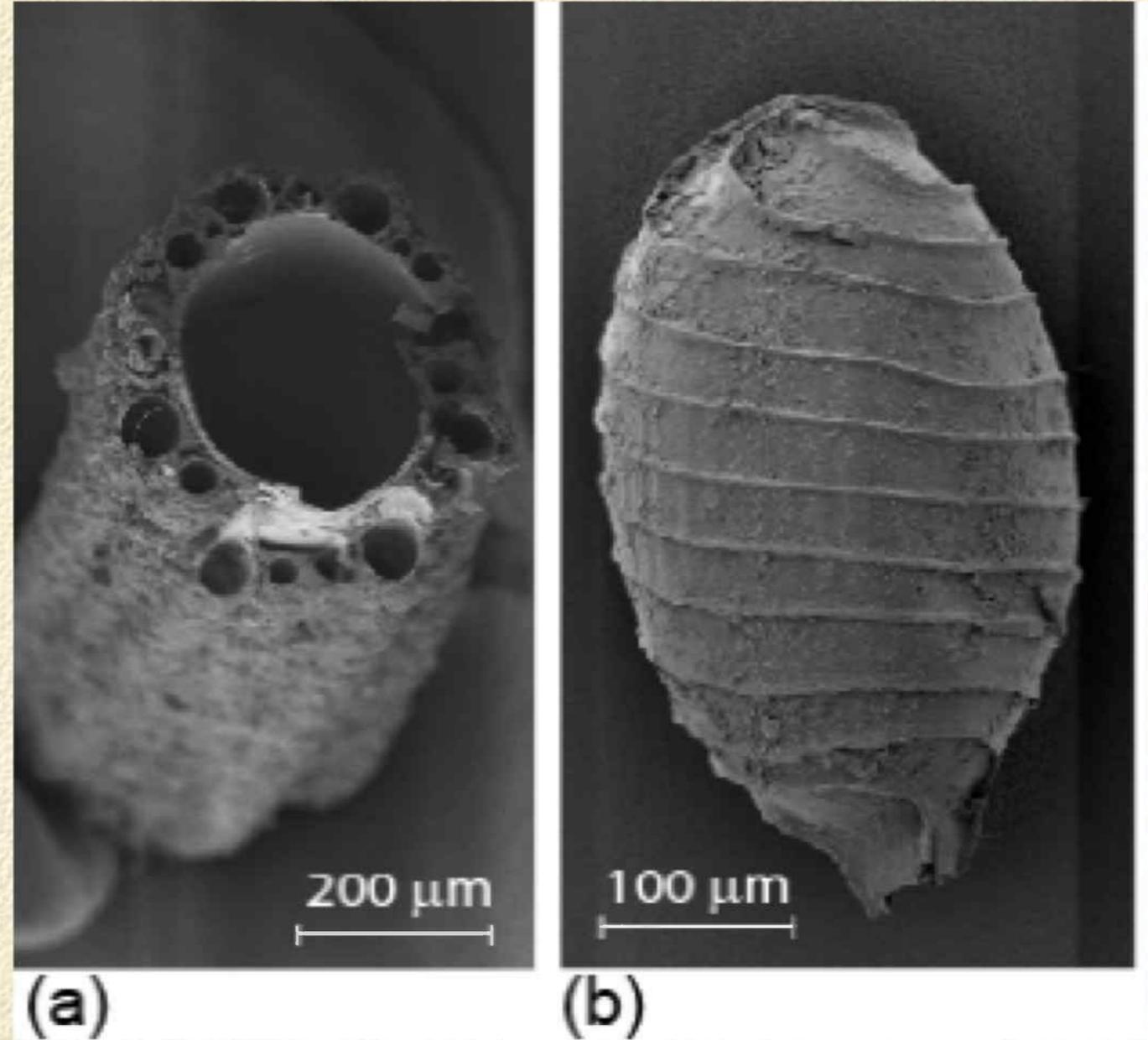
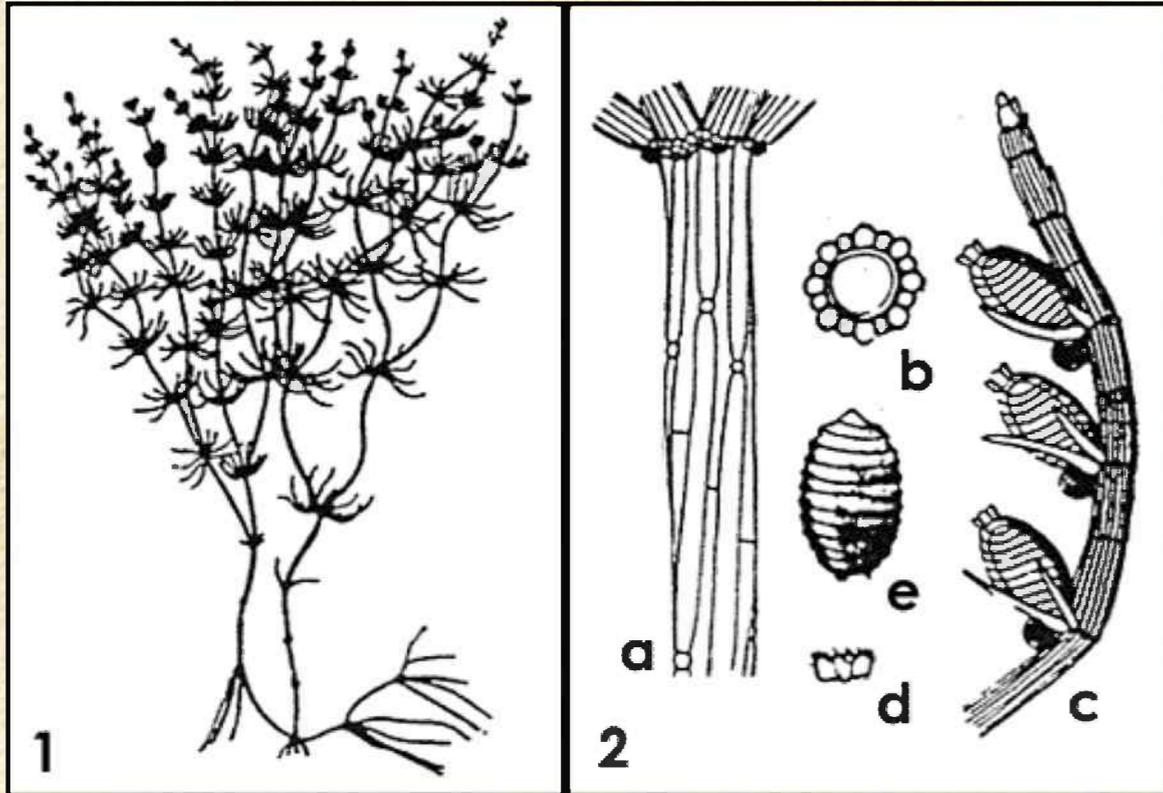
De quoi est-il formé ?

Les Maclus, lacs à beines calcaires du Jura



Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?

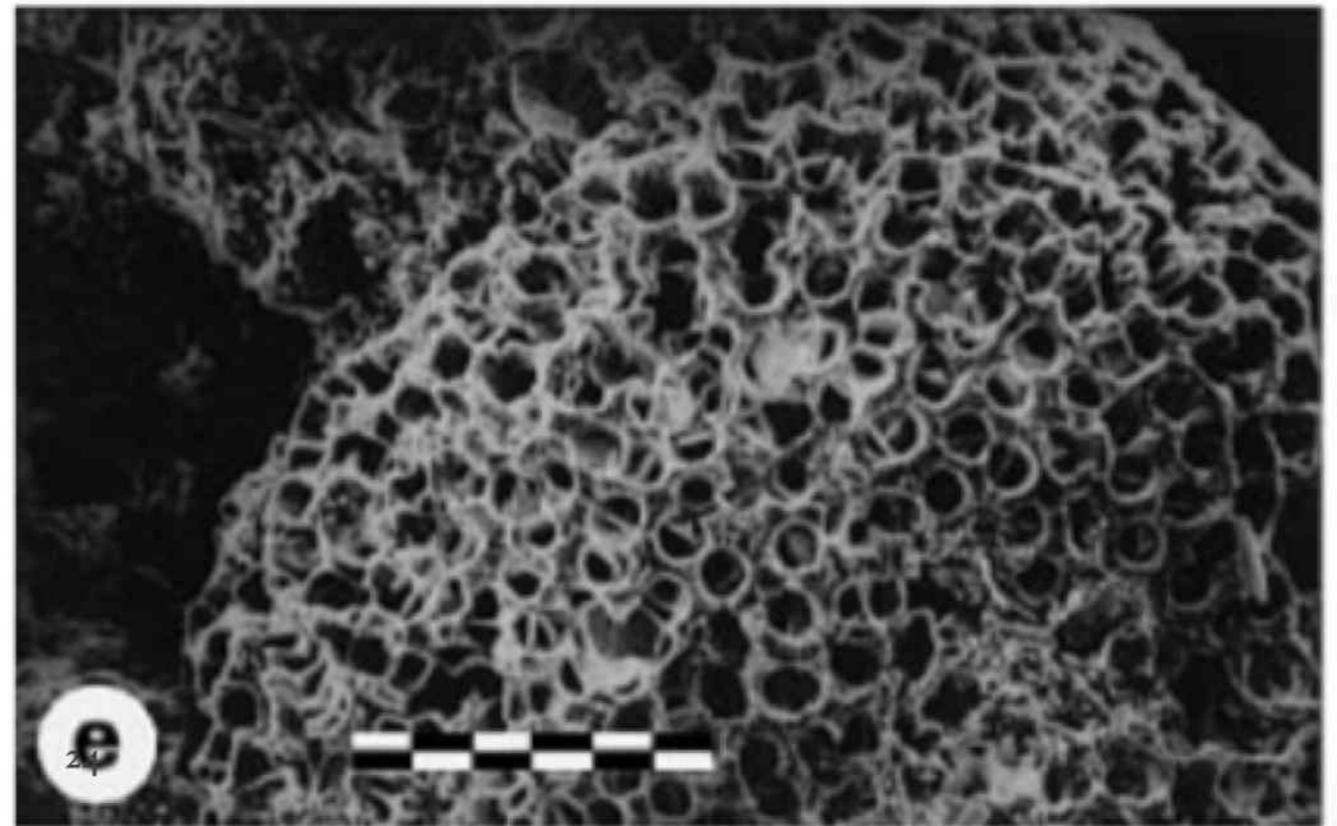
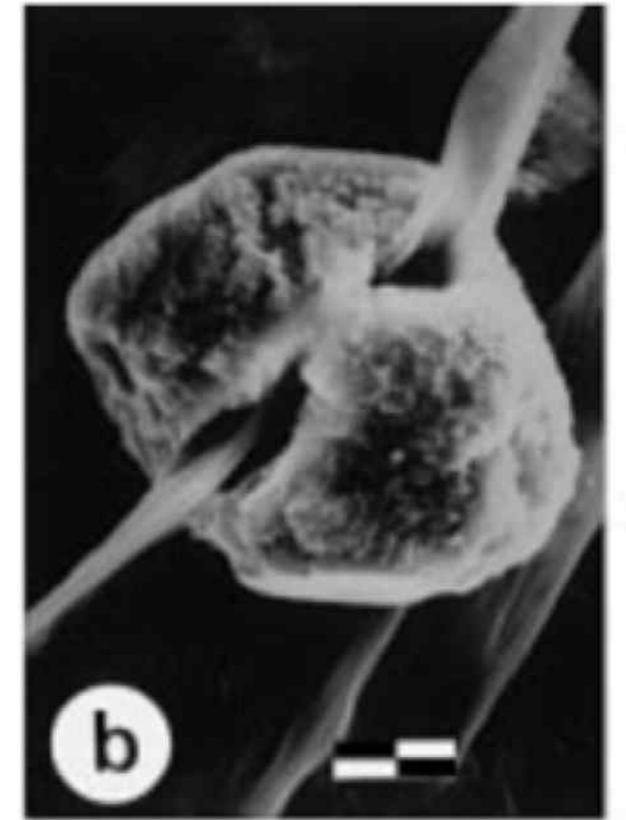
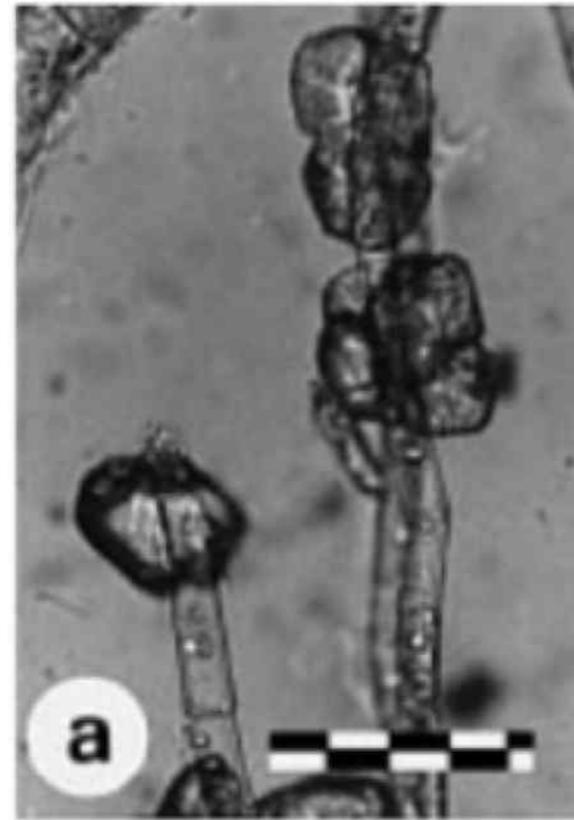


Verrecchia (2007)

Qu'est-ce que le calcaire ?

De quoi est-il formé ?

Freytet et Verrecchia (1998)



Le calcaire, une question de chimie ?

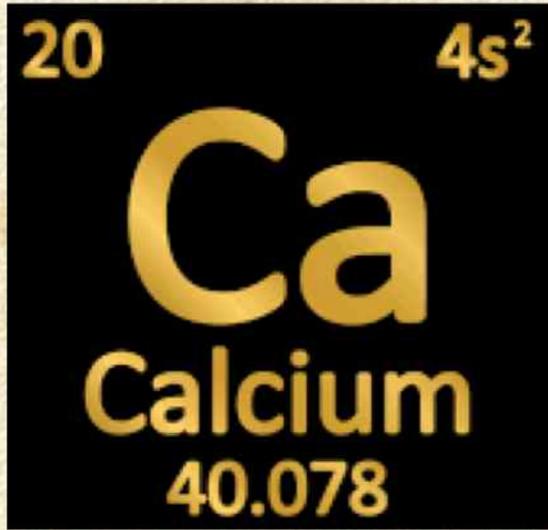
Quel est le point commun à tous ces calcaires ?

**Tous contiennent un même minéral en abondance:
la calcite ou l'aragonite**



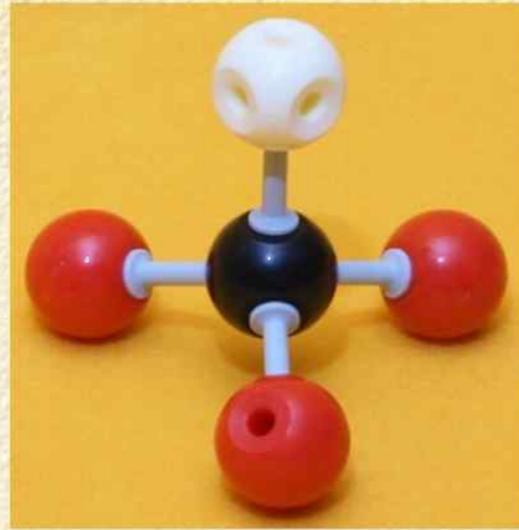
Le calcaire, une question de chimie ?

Petit rappel de vocabulaire



Les éléments

Calcium +
Carbone +
Oxygène



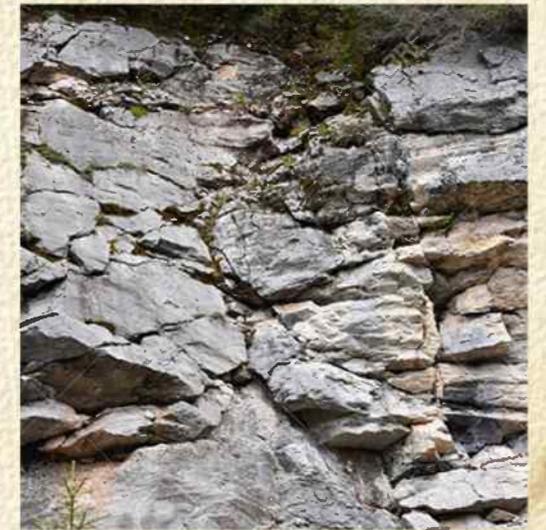
Les corps
chimiques

Carbonate
de calcium



Les minéraux

Calcite

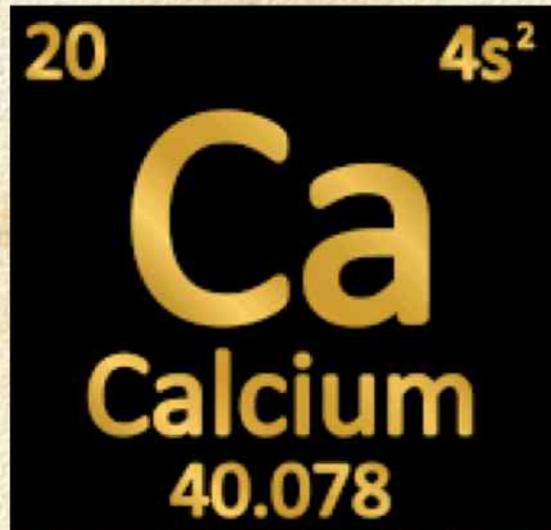


Les roches

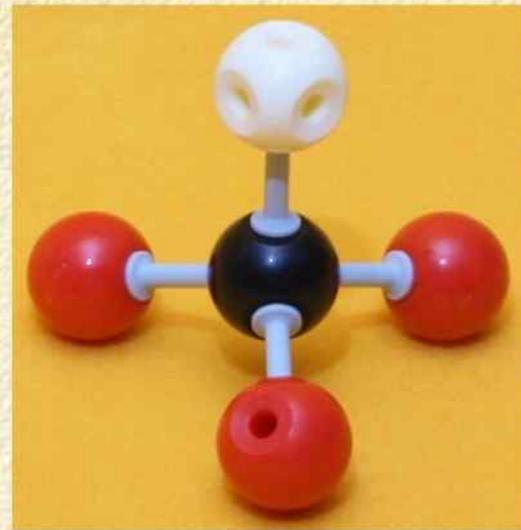
Calcaire

Le calcaire, une question de chimie ?

Petit rappel de vocabulaire



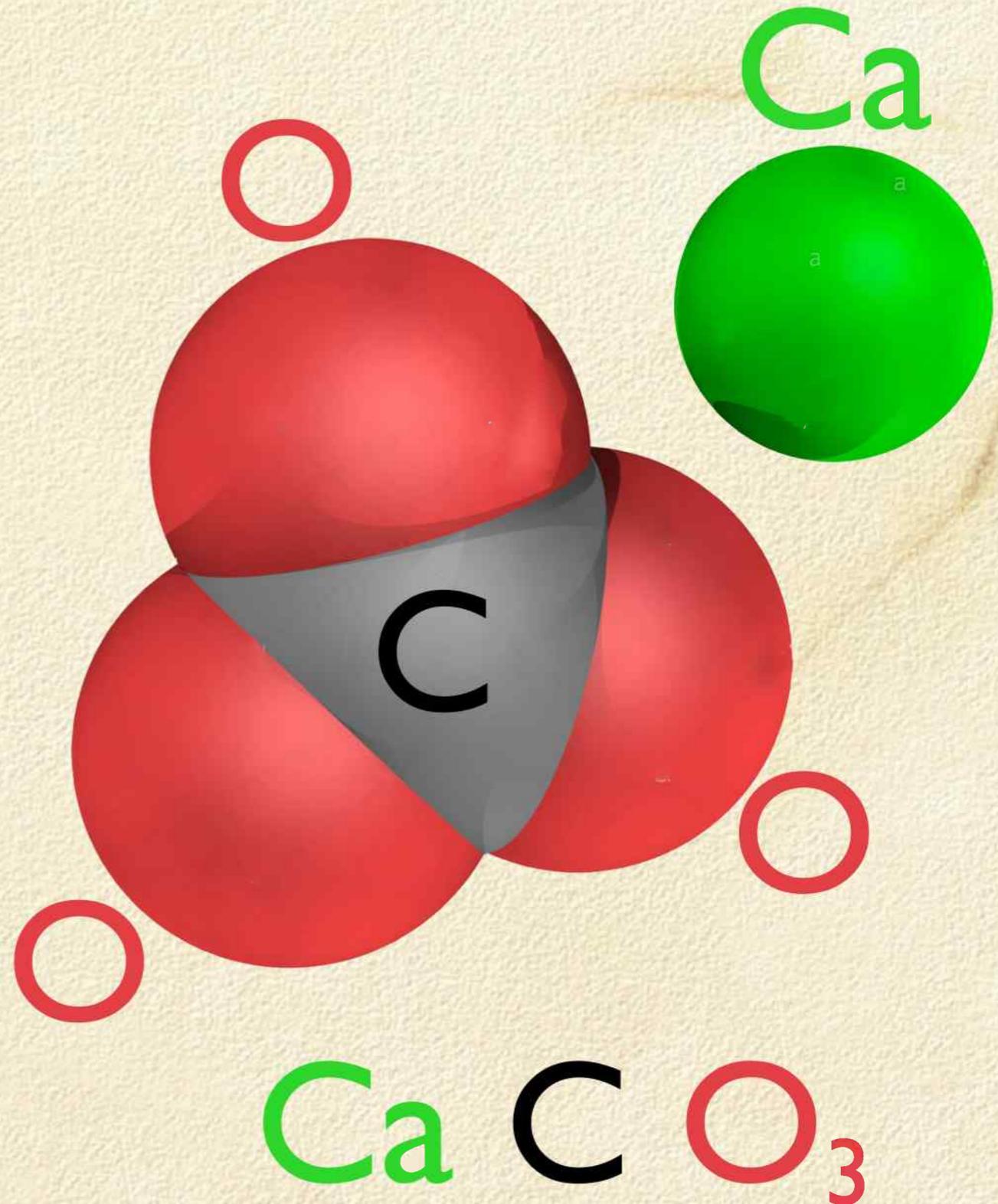
Les éléments



Les corps
chimiques

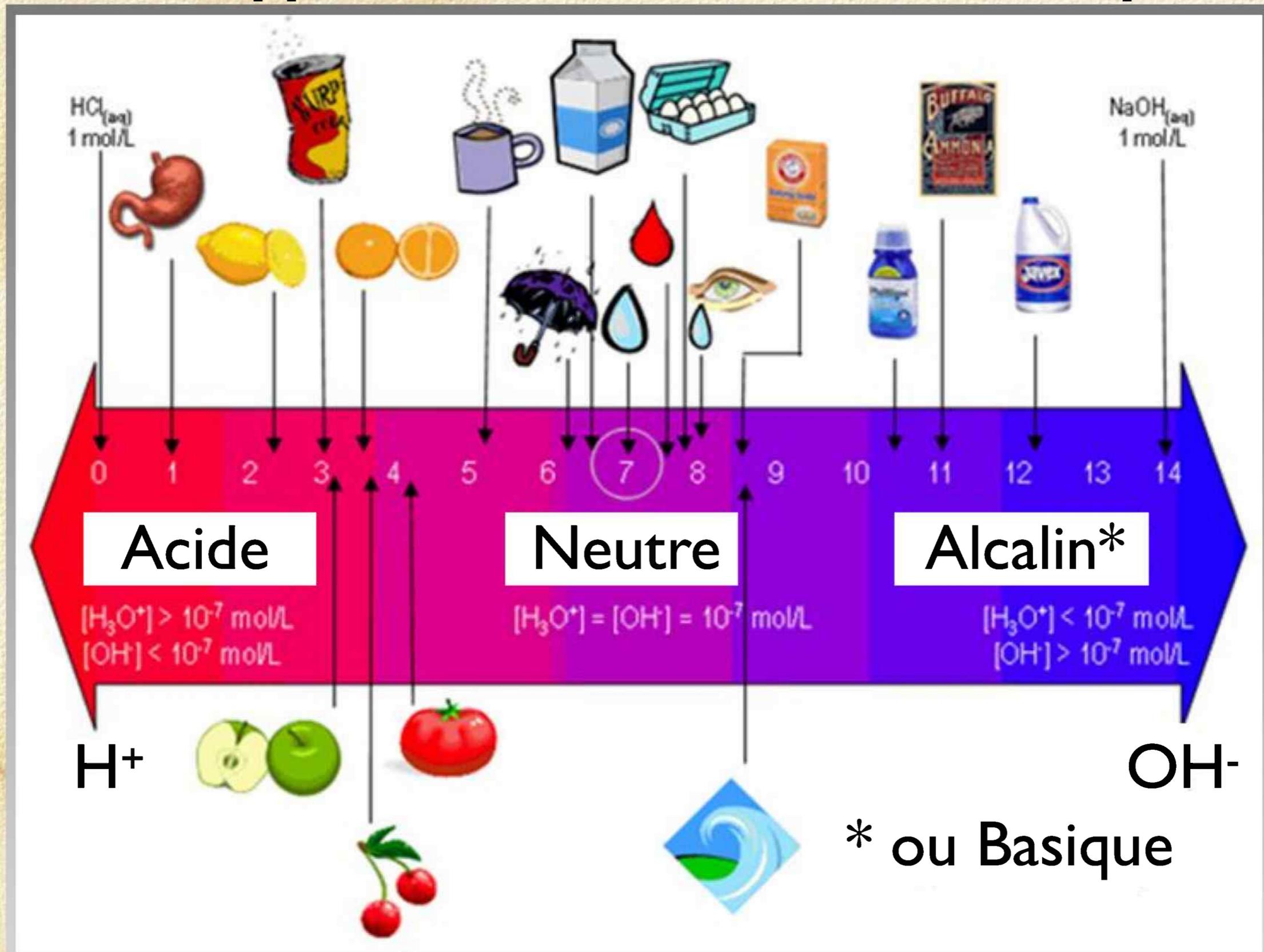
Calcium +
Carbone +
Oxygène

Carbonate
de calcium



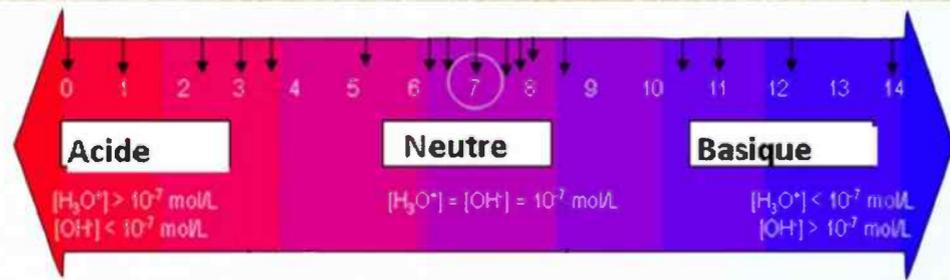
Le calcaire, une question de chimie ?

Petit rappel sur la mesure de l'acidité ou pH

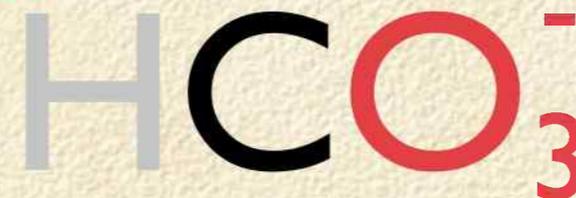
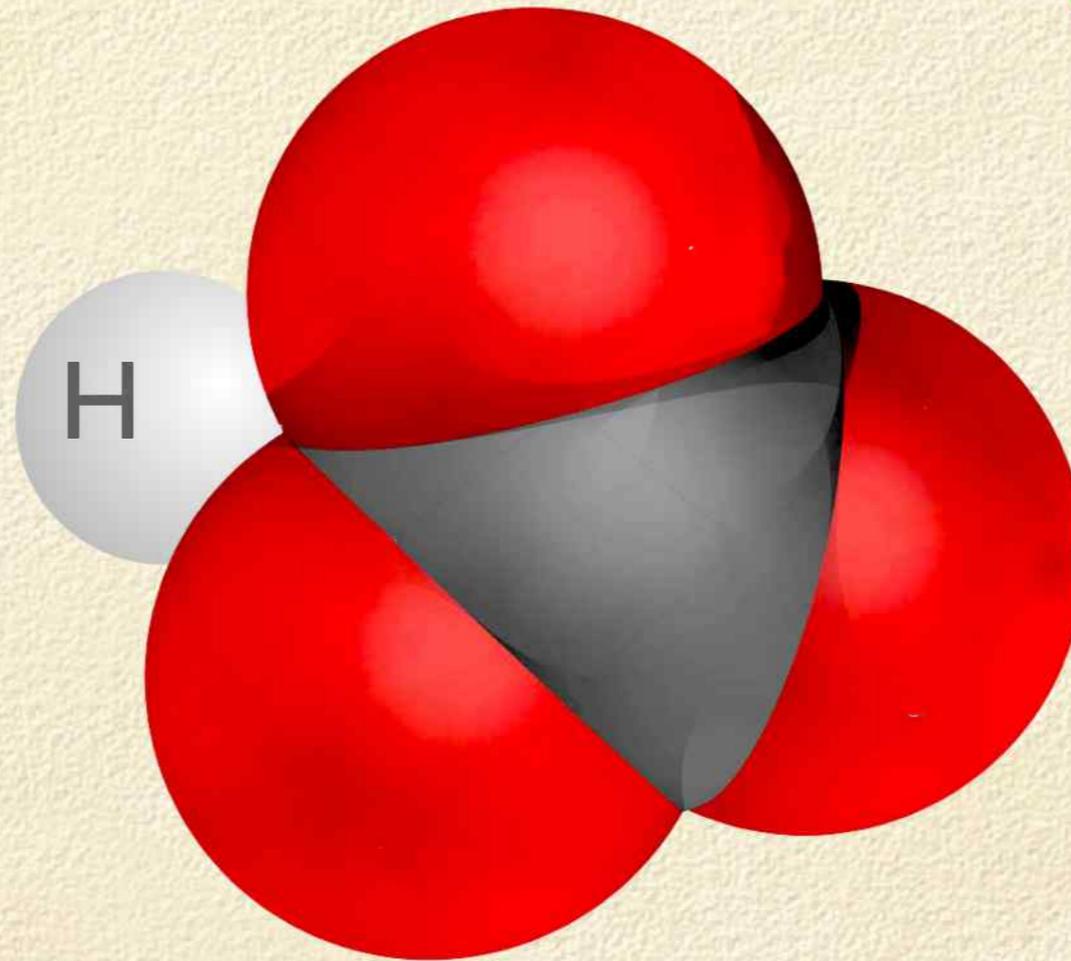
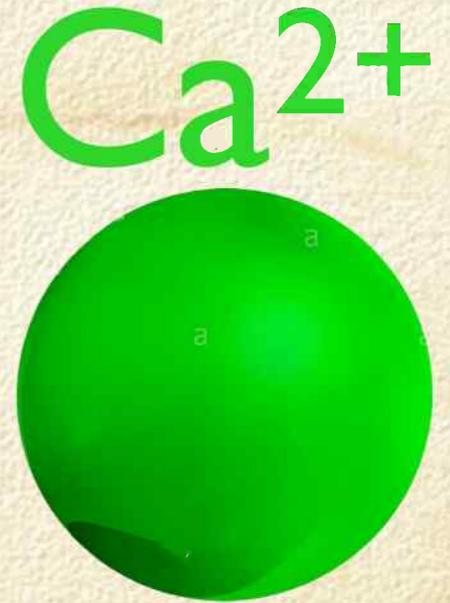


Le calcaire, une question de chimie ?

A l'origine du calcaire, les ions !

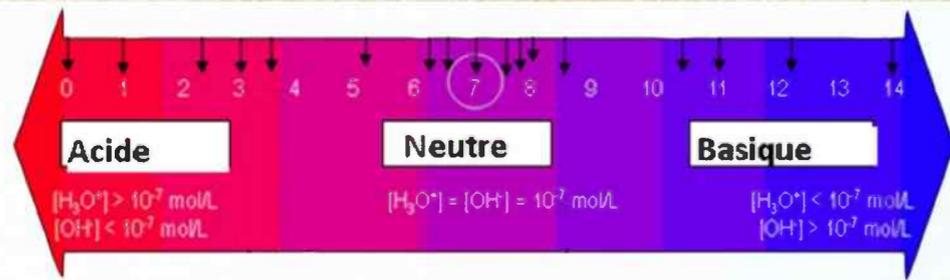


A pH neutre
prédominant...

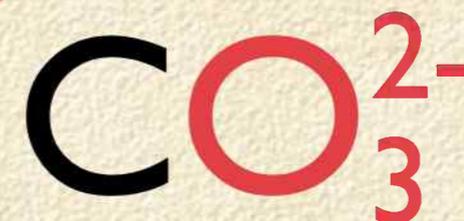
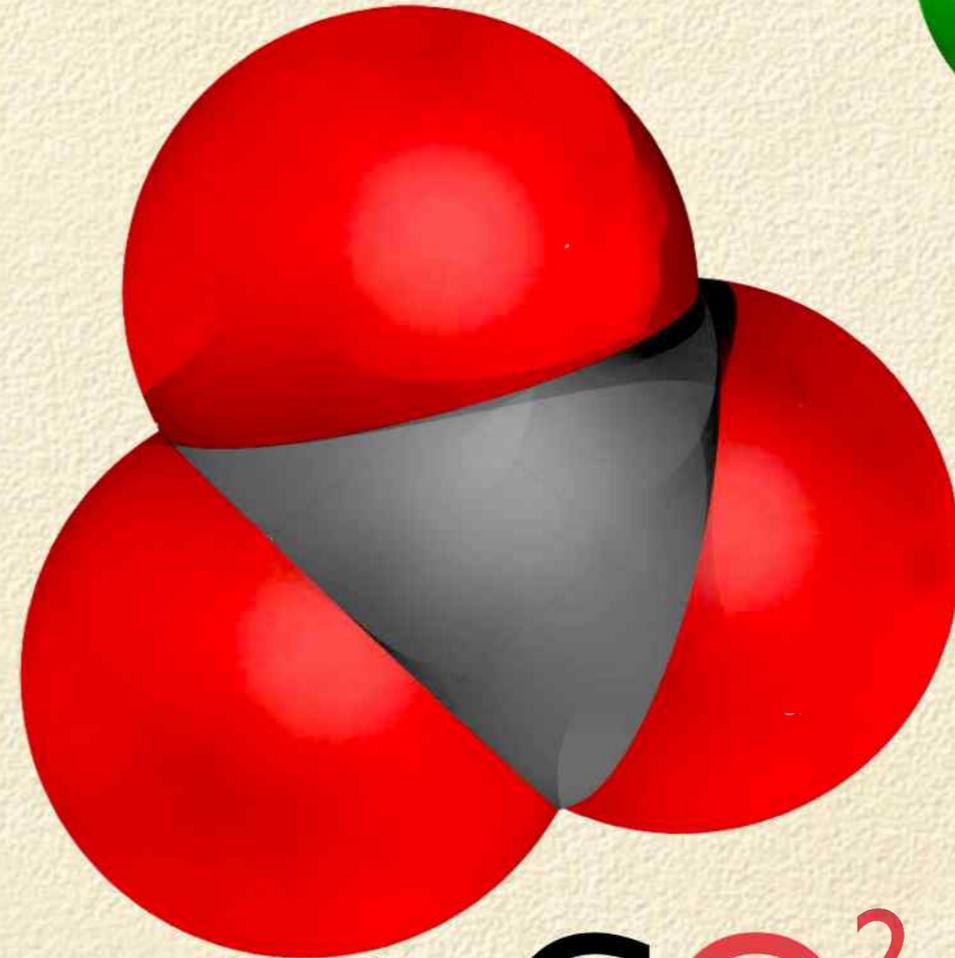
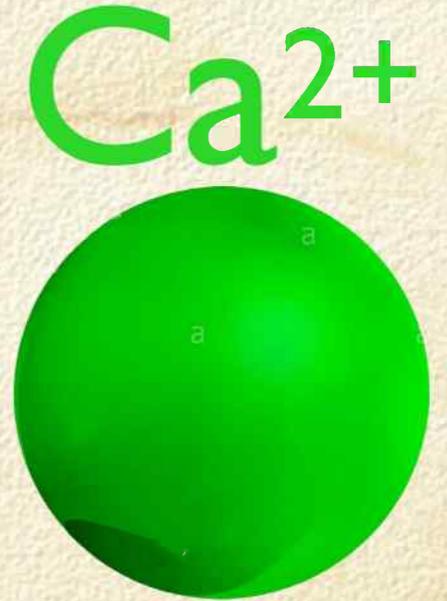


Le calcaire, une question de chimie ?

A l'origine du calcaire, les ions !



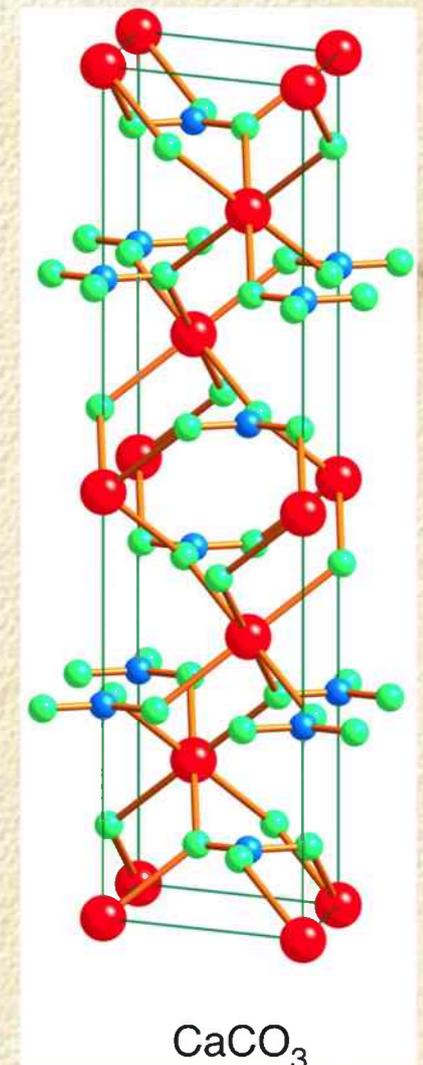
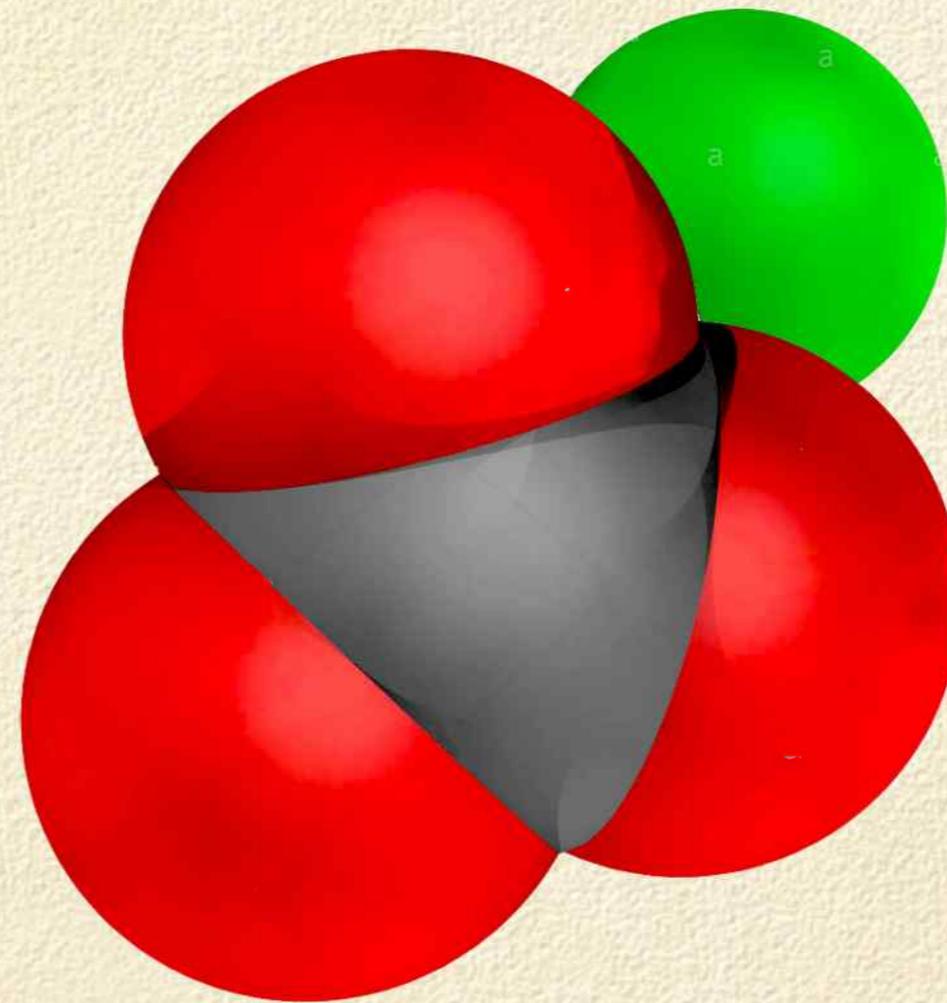
A pH faiblement alcalin
prédominant...



Le calcaire, une question de chimie ?

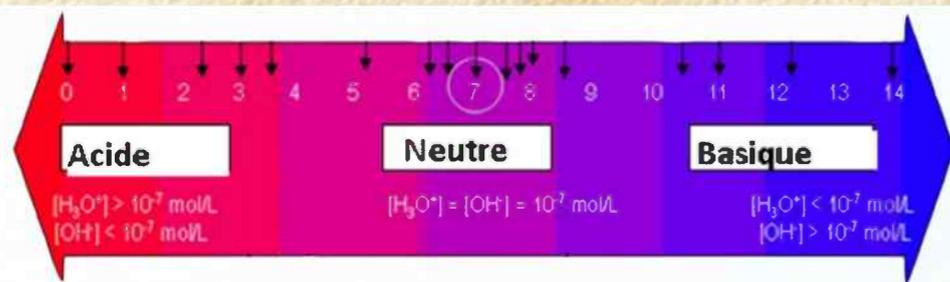
A l'origine du calcaire, les ions !

Et à pH alcalin
prédominant...

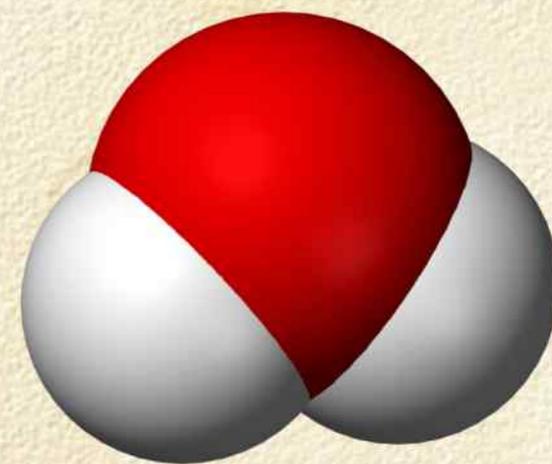
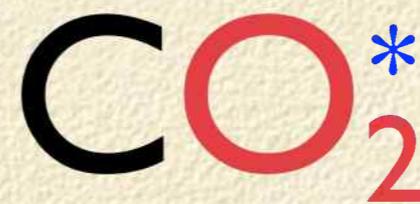
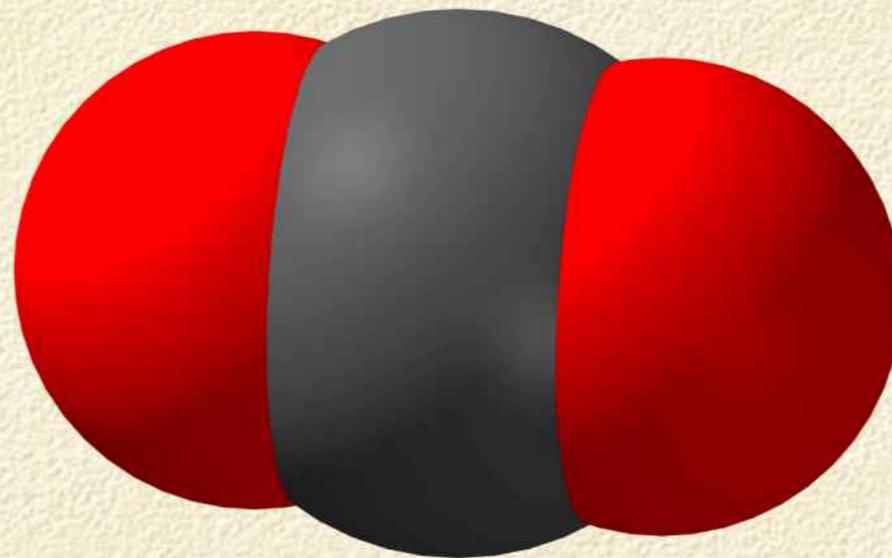
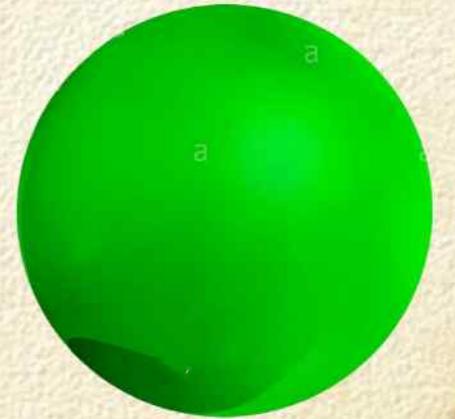
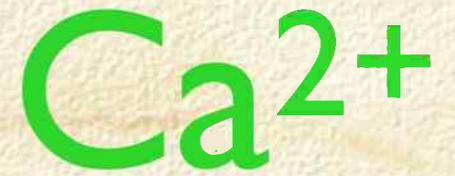


Le calcaire, une question de chimie ?

A l'origine du calcaire, les ions !

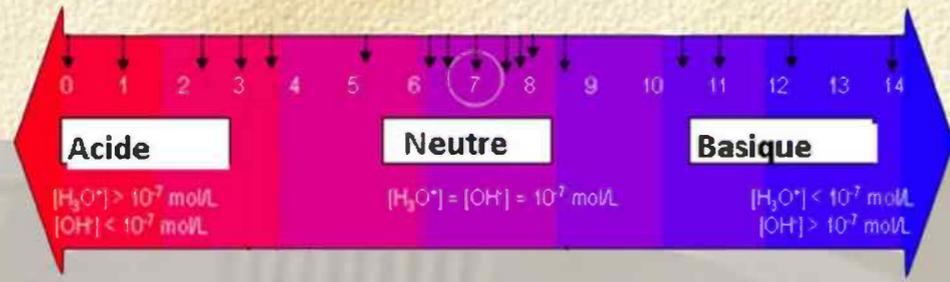


A pH très acide
prédominant...

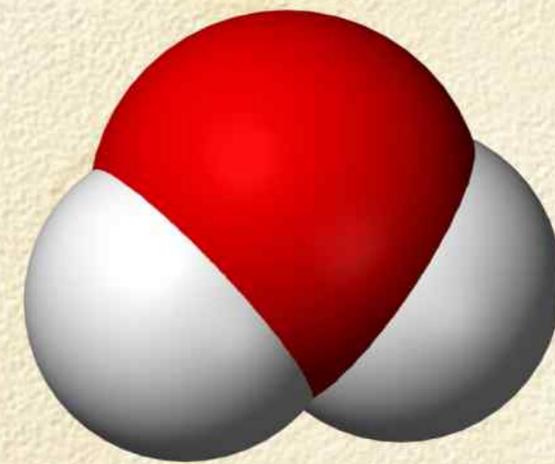
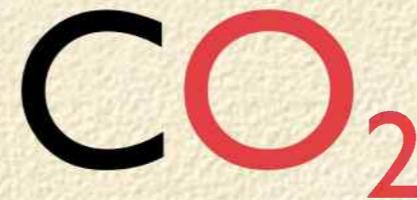
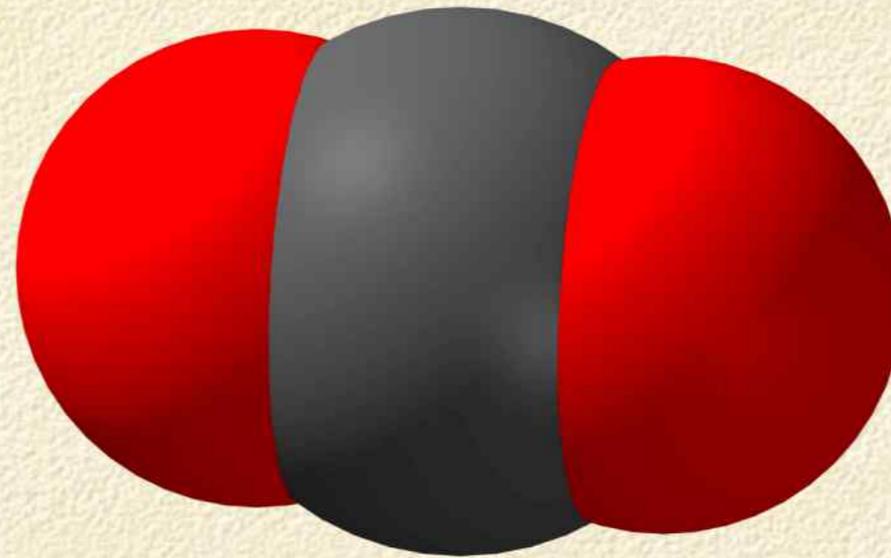
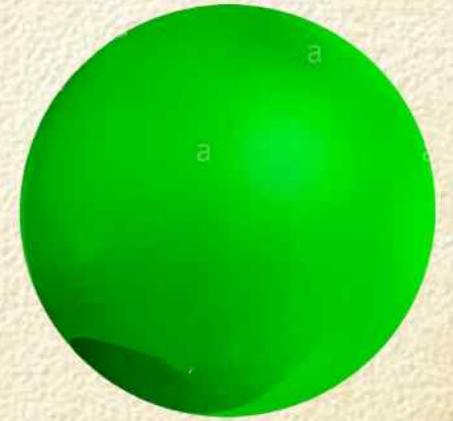


Le calcaire, une question de chimie ?

A l'origine du calcaire, les ions !

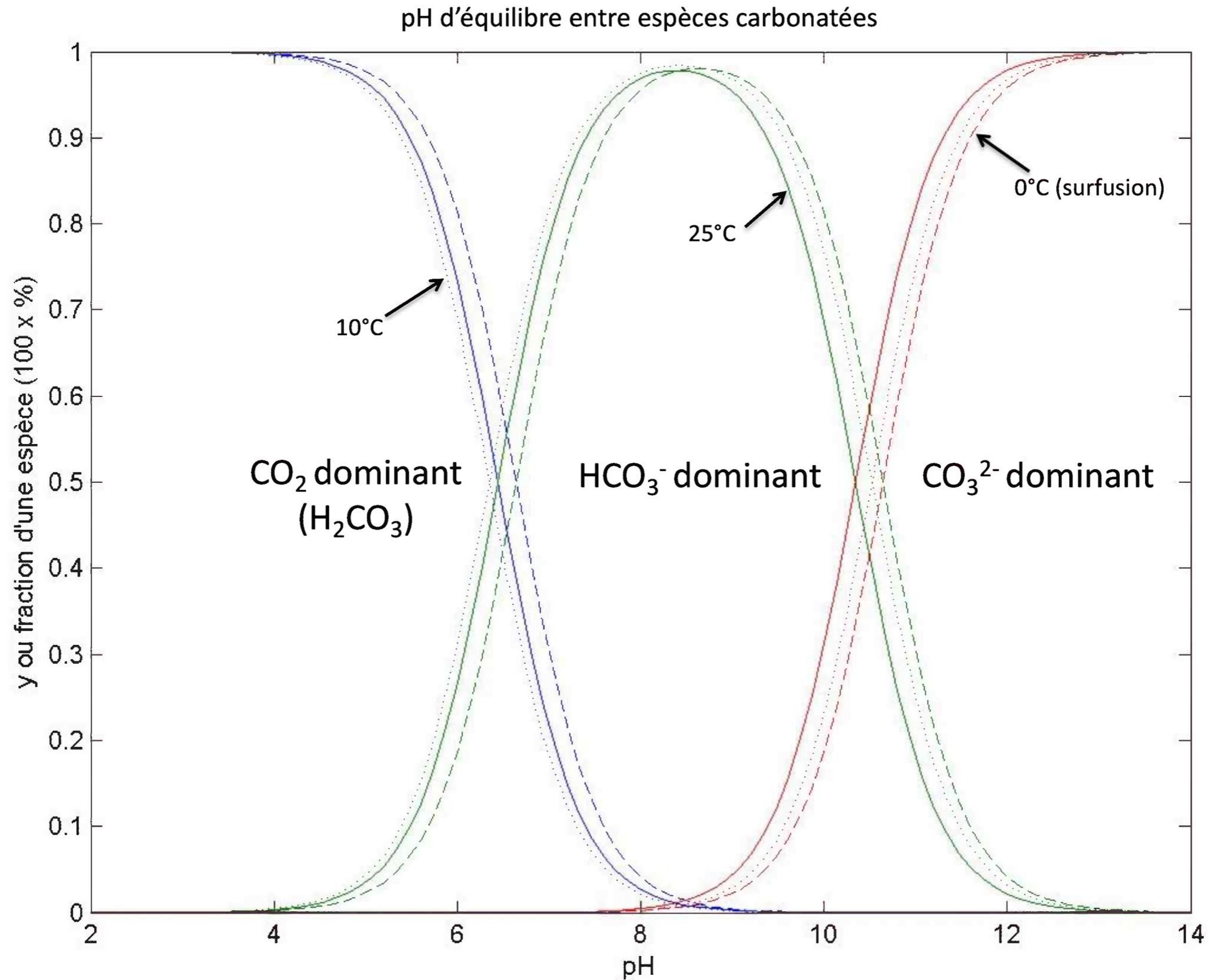


Et si attaque acide
sur calcaire alors...



Le calcaire, une question de chimie ?

Petit résumé pour les pros !

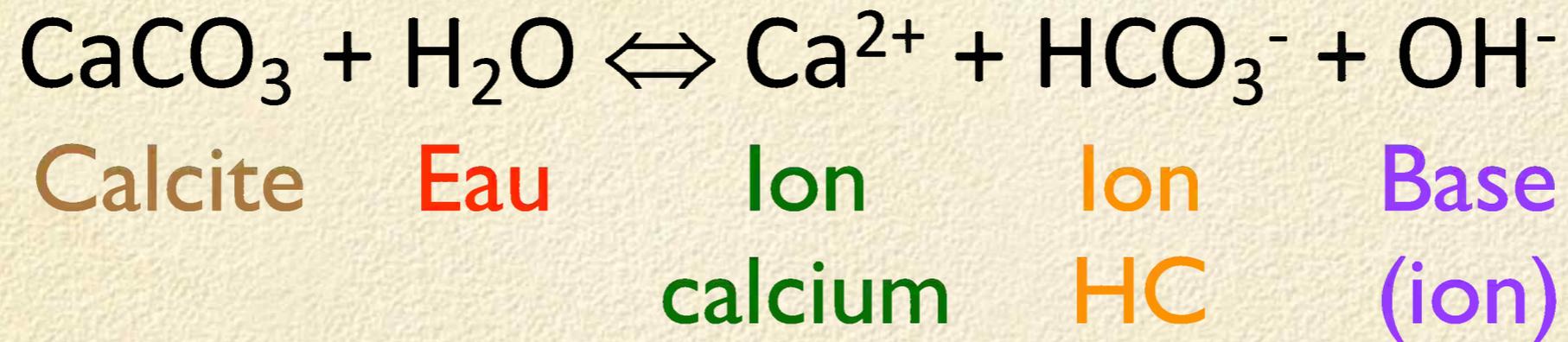


Le calcaire, une question de chimie ?

A l'origine du calcaire, les ions !

Comment faire varier l'acidité ?

Le carbonate de calcium est naturellement soluble dans l'eau pure:



Le calcaire, une question de chimie ?

A l'origine du calcaire, les ions !

Comment faire varier l'acidité ?

Et que se passe-t-il si on attaque la calcaire par un acide fort (plein de H⁺) ? :



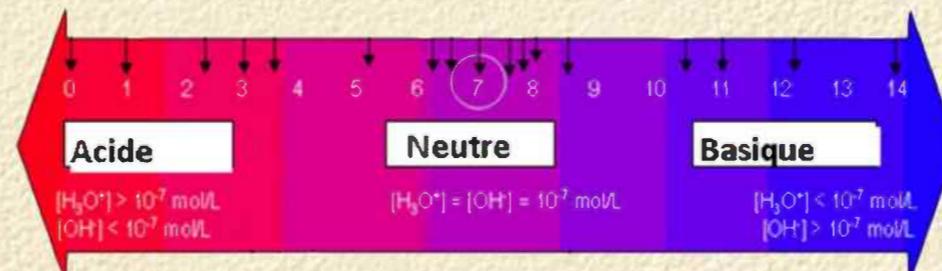
Calcite

Acide

Ion
calcium

Eau

Gaz
carbonique



Le calcaire, une question de chimie ?

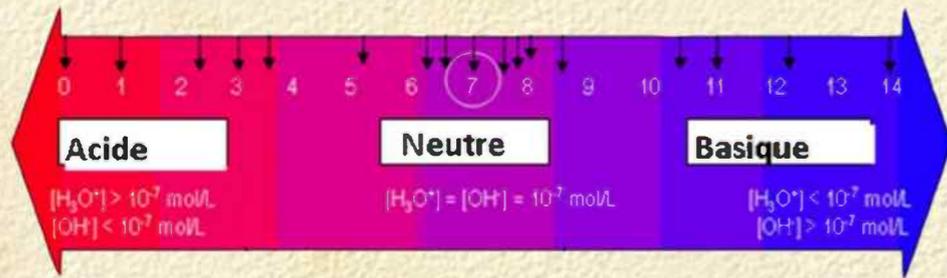
A l'origine du calcaire, les ions !

Comment faire varier l'acidité ?

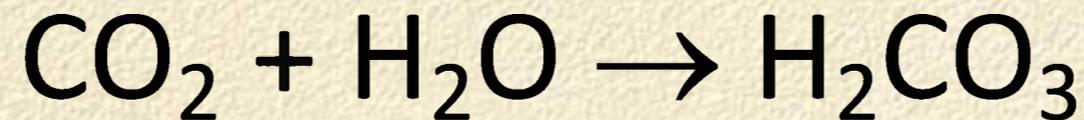
Et que se passe-t-il si on attaque la calcaire par un acide faible (peu de H⁺) ? :



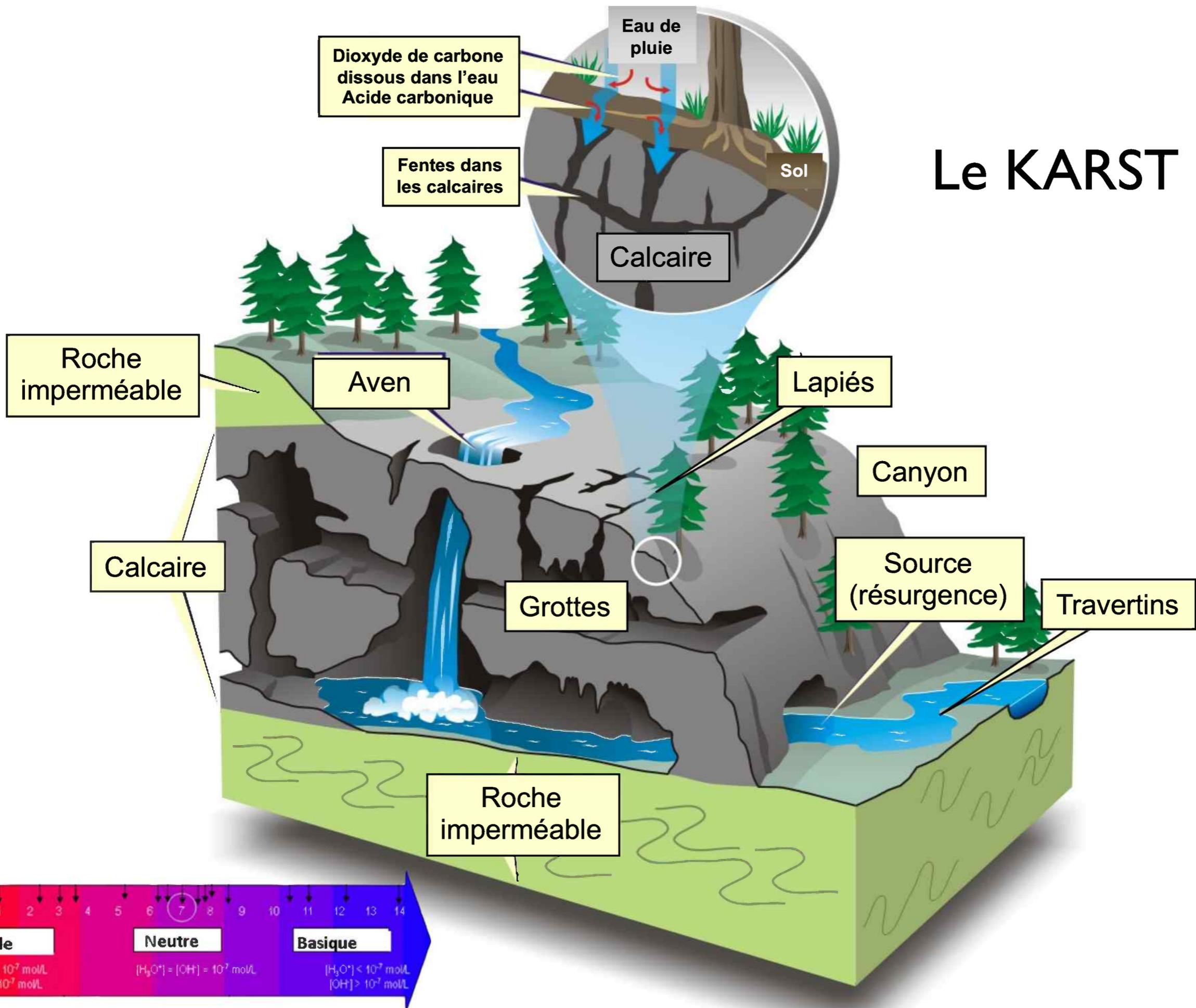
Calcite Acide Ion Ion
calcium hydrogéo-
carbonate



Formidable eau de pluie ! (un acide faible capturant le CO₂)



Le KARST !!!



Le KARST !!!

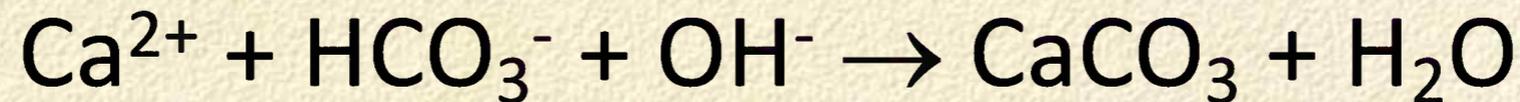


Le calcaire, une question de chimie ?

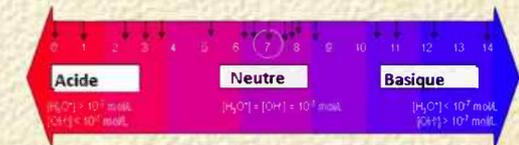
A l'origine du calcaire, les ions !

Comment faire varier l'acidité ?

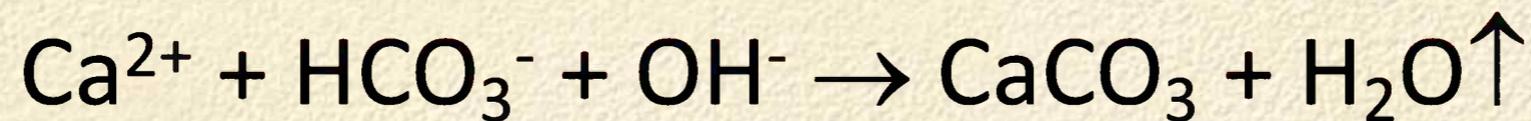
Et si on ajoutait une base ? :



Eau « calcaire » Calcite Eau



Et si on évaporait ? :



Eau « calcaire » Calcite Eau

Et si on dégazait ? :



Eau « calcaire » Calcite Eau Gaz

carbonique

Et si le vivant jouait aussi un rôle important ?

Les chemins du calcaire: de la mer...à la baignoire

Petits exemples à la maison

Le Jura et ses formes
karstiques

Grottes et résurgences



Lapiaz et dolines

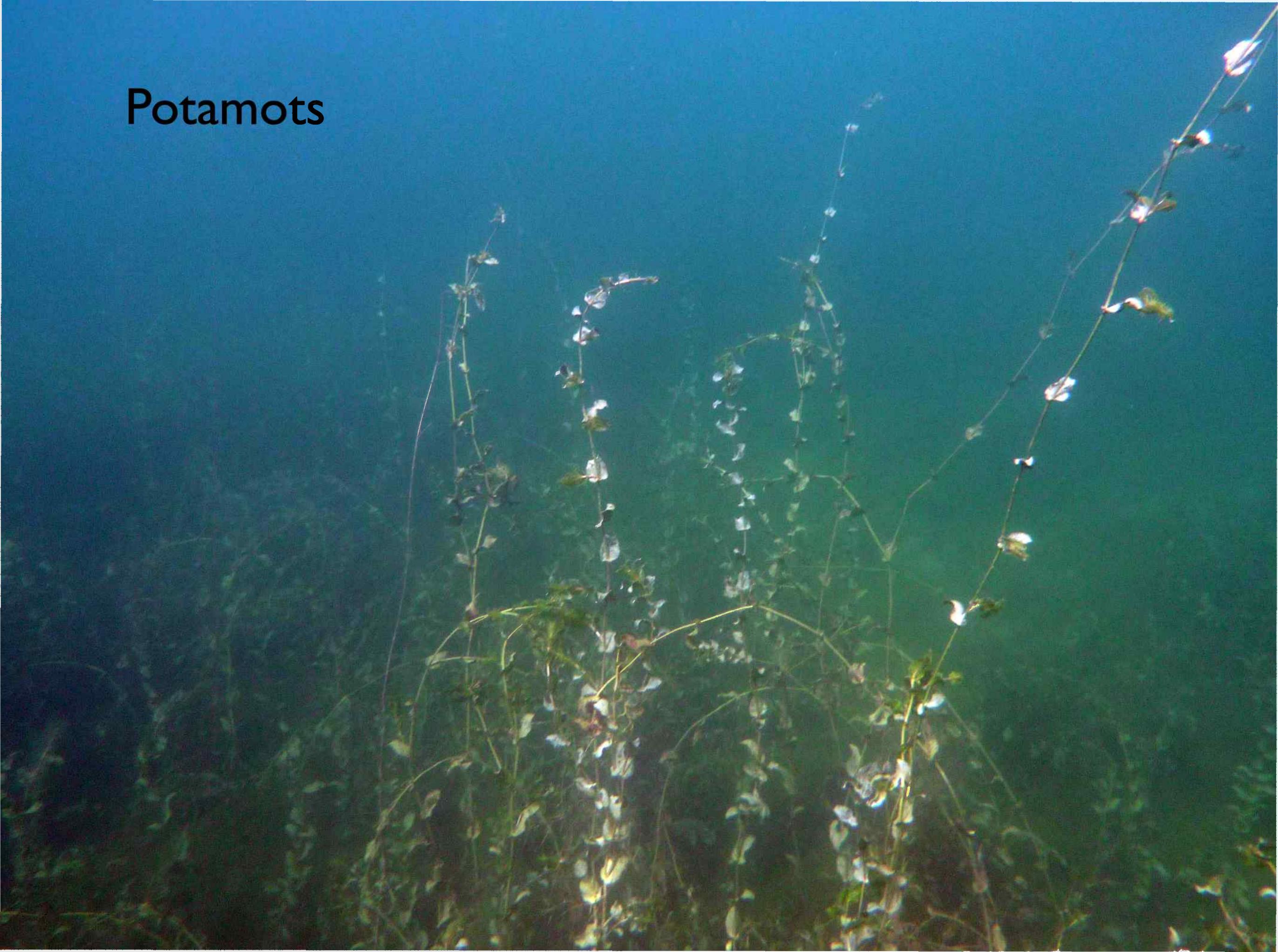






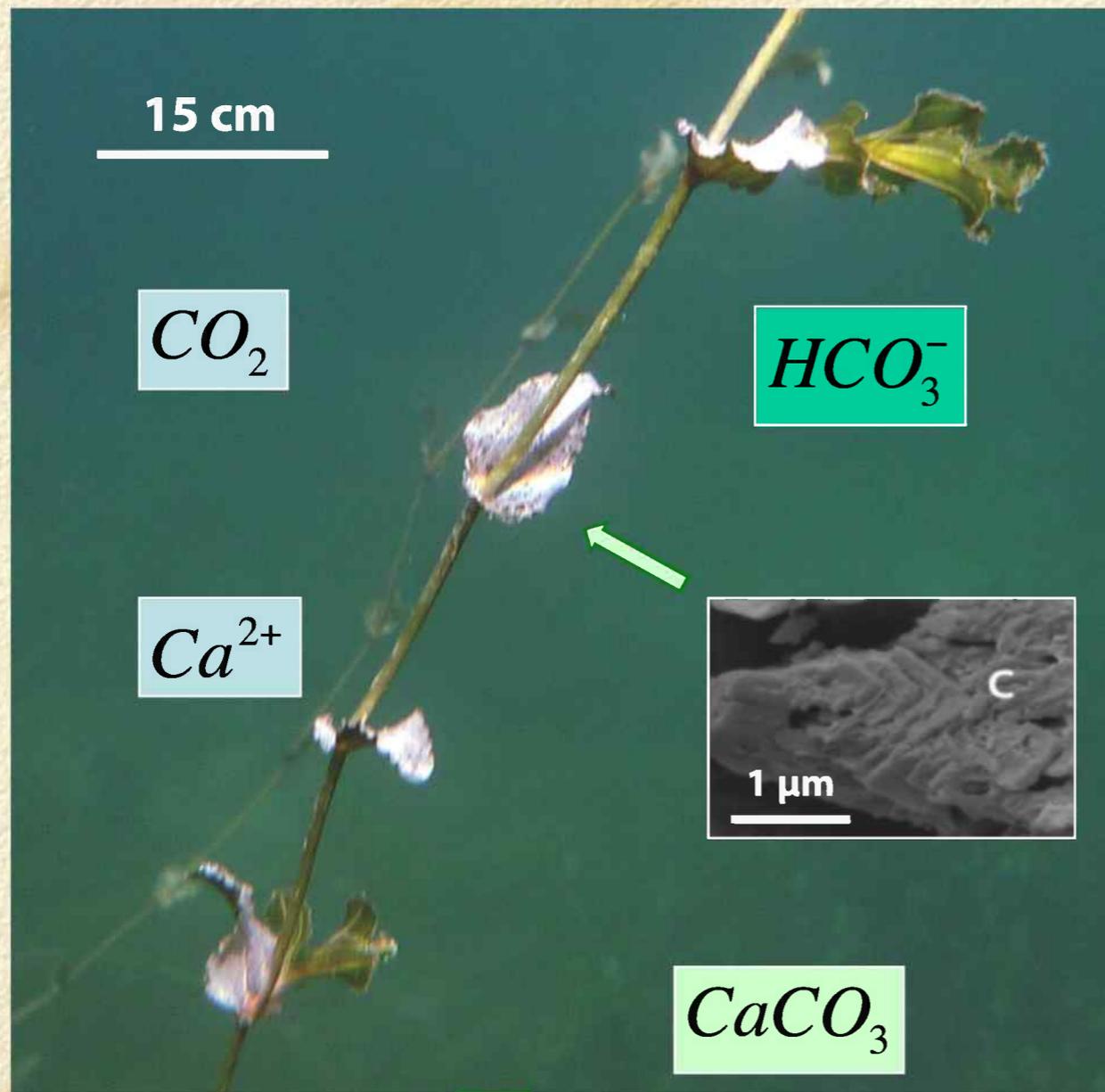
Characées

Potamots



Les chemins du calcaire: de la mer...à la baignoire

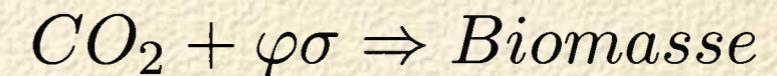
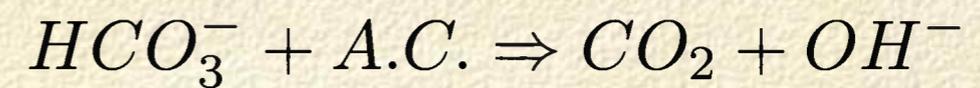
Petits exemples à la maison



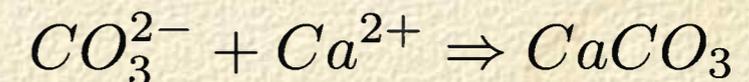
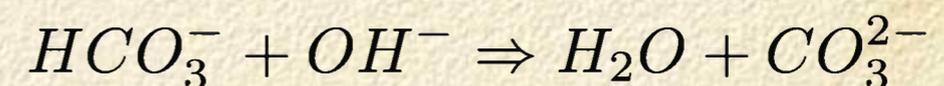
Dans l'eau :



Dans la feuille, près de sa surface :



En surface de la feuille :



(déplacement des équilibres
saturation en surface)



Les chemins du calcaire: de la mer...à la baignoire

Petits exemples à la maison



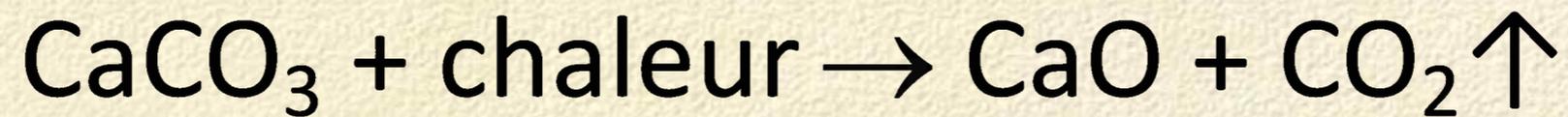
**Vivre dans un canton calcaire !
On évapore et on dégaze**

Le calcaire, une question de chimie ?

A l'origine du calcaire, les ions !

Comment faire fabriquer de la chaux ?

Le carbonate de calcium peut être débarrassé de son CO₂:



Calcite

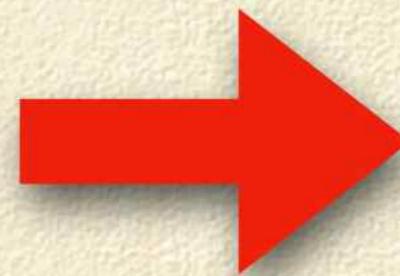


Chaux

Vive

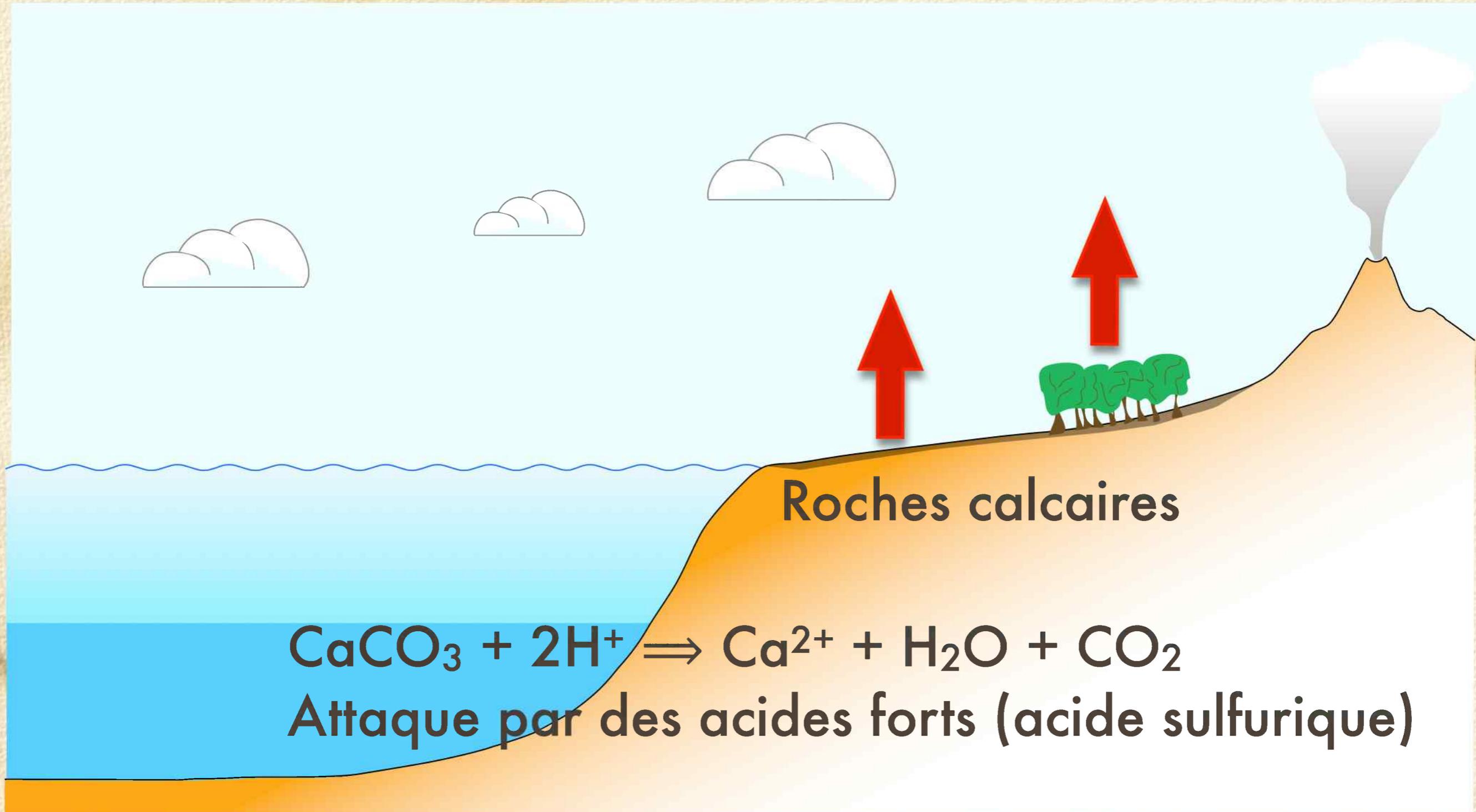
Gaz

carbonique



Les chemins du calcaire : calcaire et changement climatique

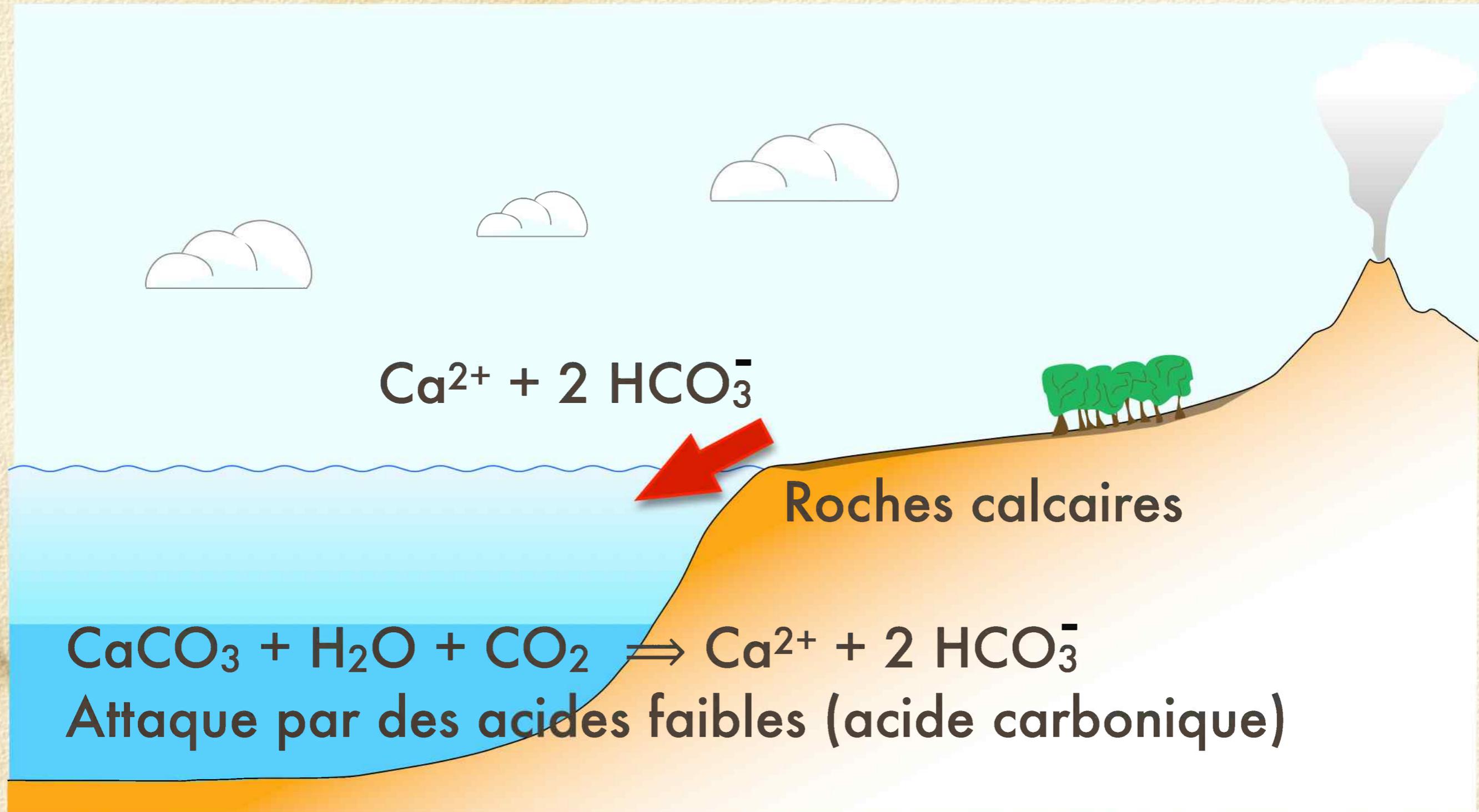
Et si des acides tombaient du ciel ?



Les calcaires deviendraient une source de CO_2

Les chemins du calcaire : calcaire et changement climatique

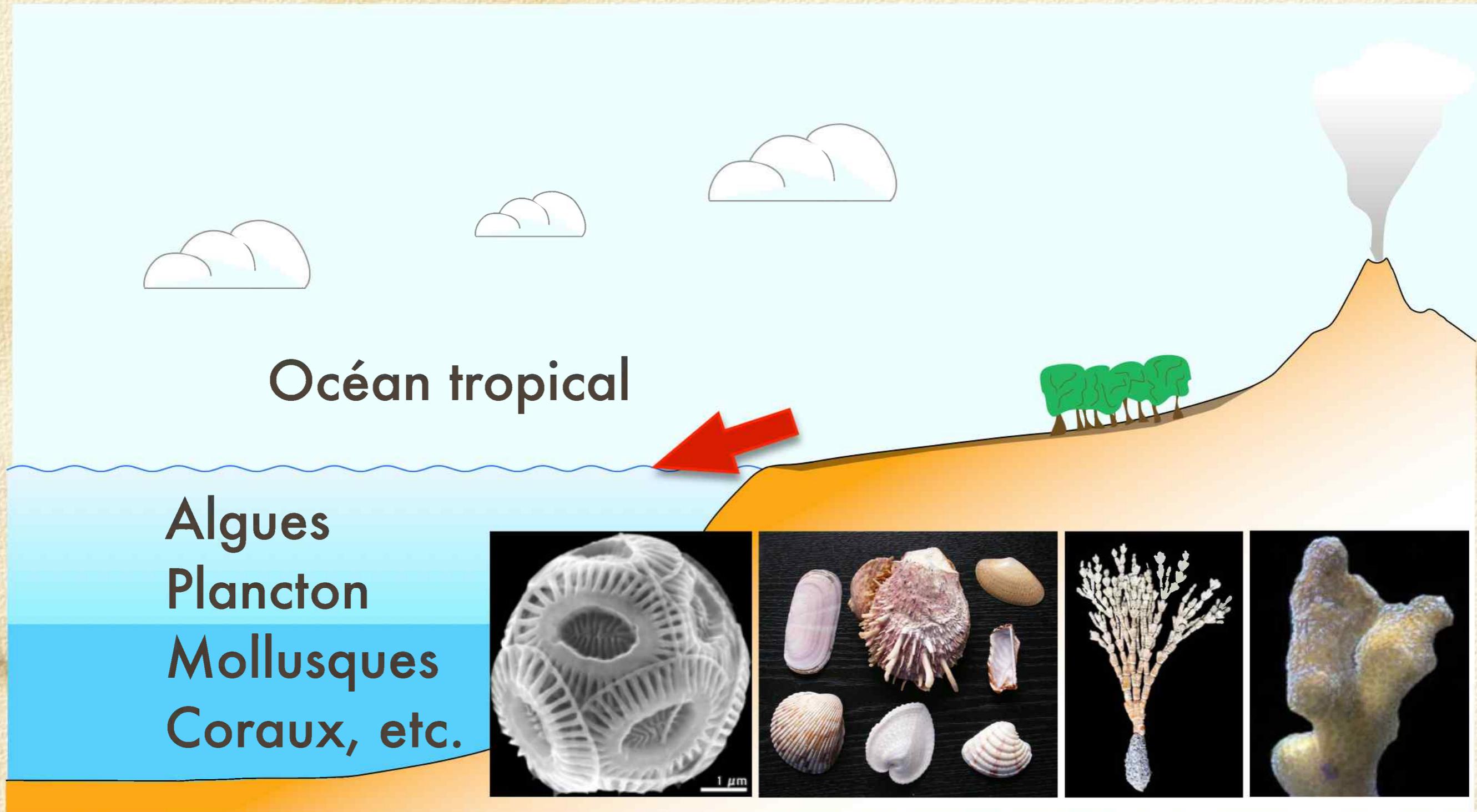
Mais si l'attaque se fait par des acides faibles ?



Les calcaires deviendraient un puits de CO_2

Les chemins du calcaire : calcaire et changement climatique

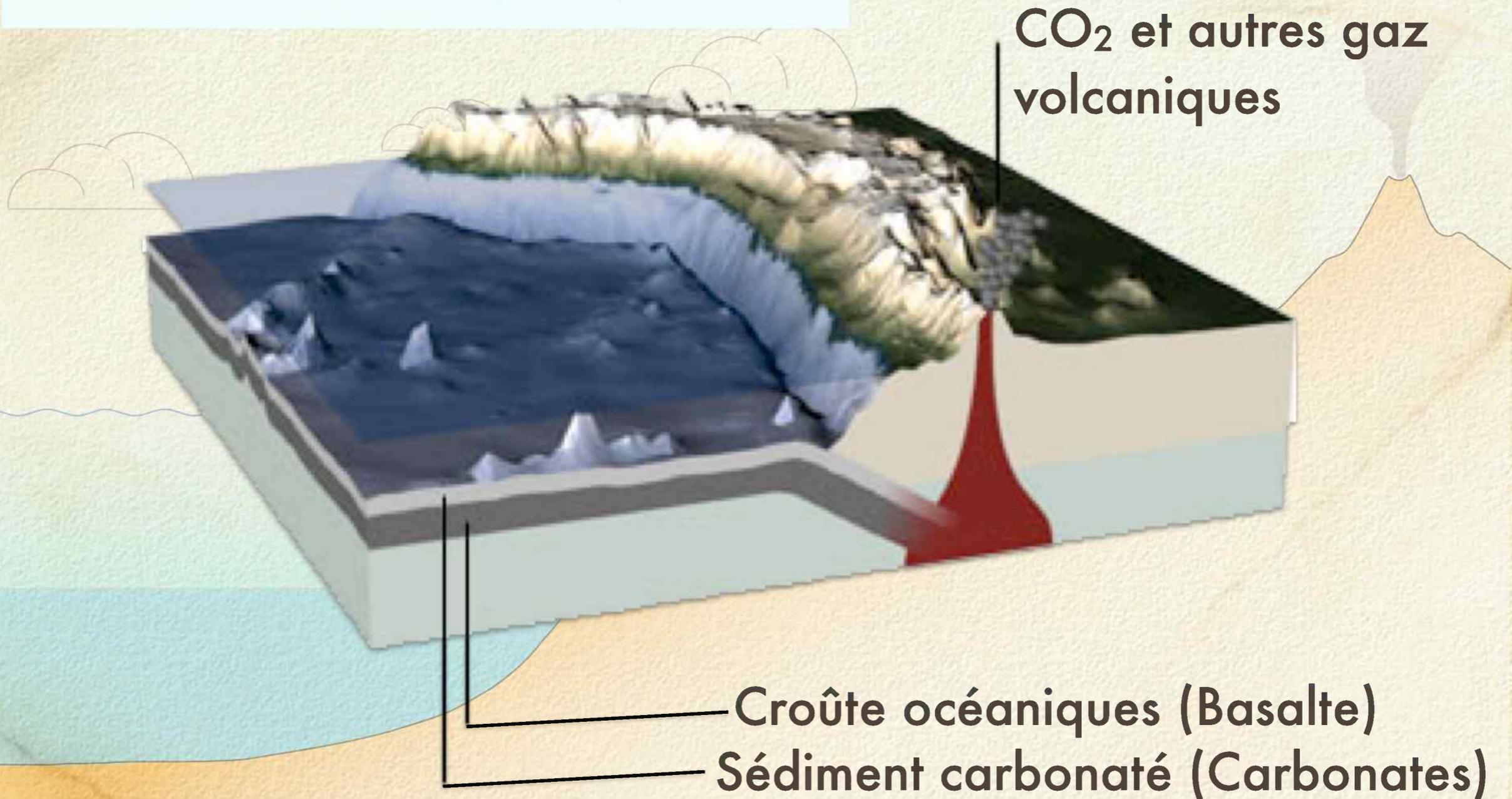
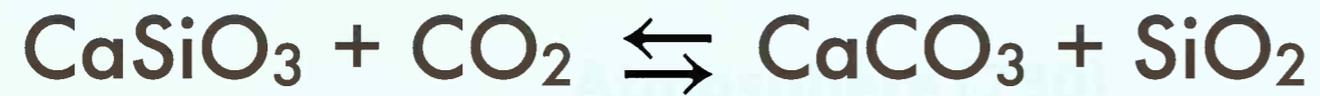
Le rôle fondamental des océans



L'océan contient aussi des réserves de « calcaire » dissous et des organismes à structures calcaire

Les chemins du calcaire : calcaire et changement climatique

Calcaires et cycles géologiques



Au cours des milliards d'années, du CO₂ atmosphérique a été transformé en CO₂ lithosphérique (calcaire).

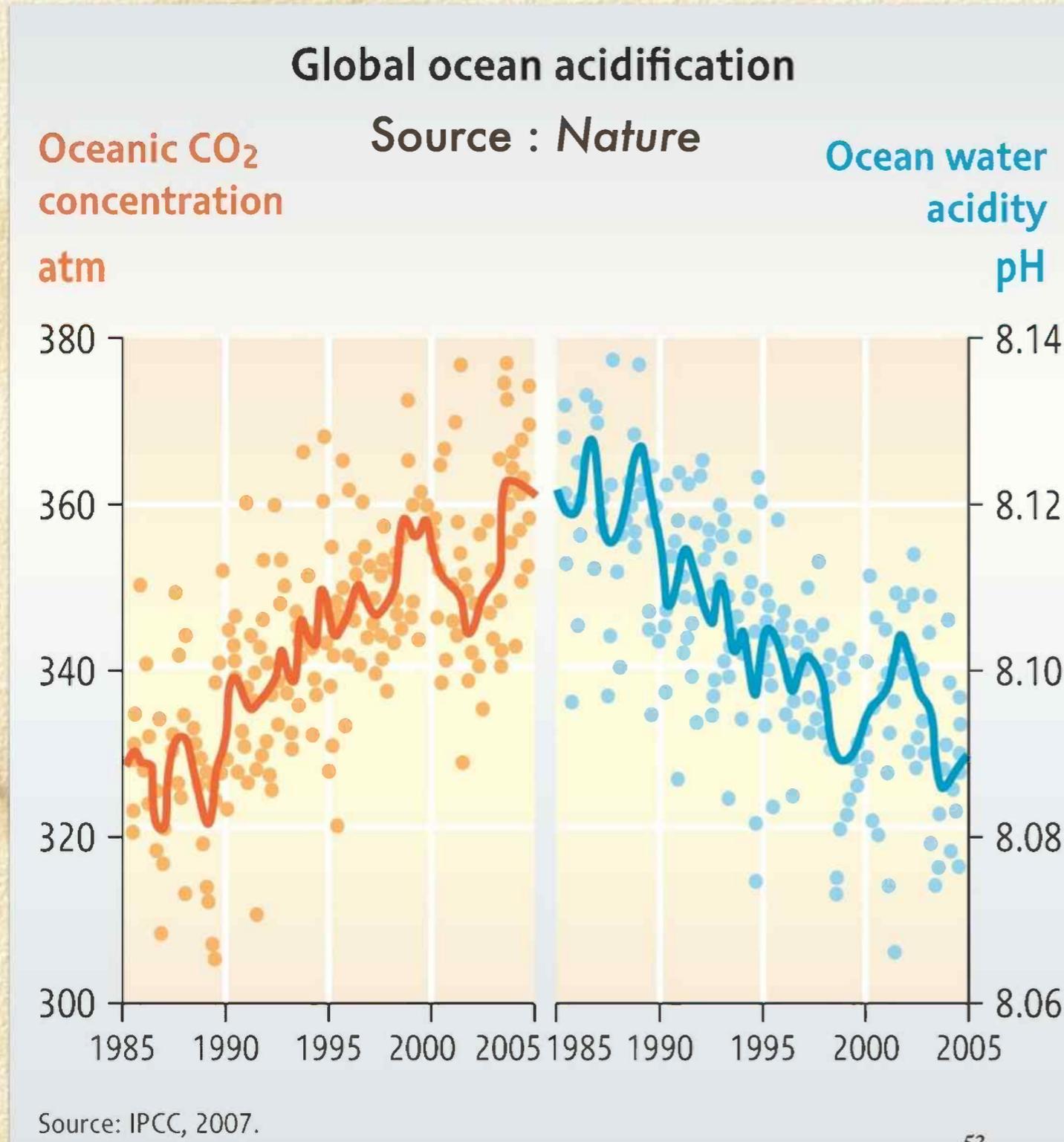
Les chemins du calcaire : calcaire et changement climatique

Calcaires et cycles géologiques

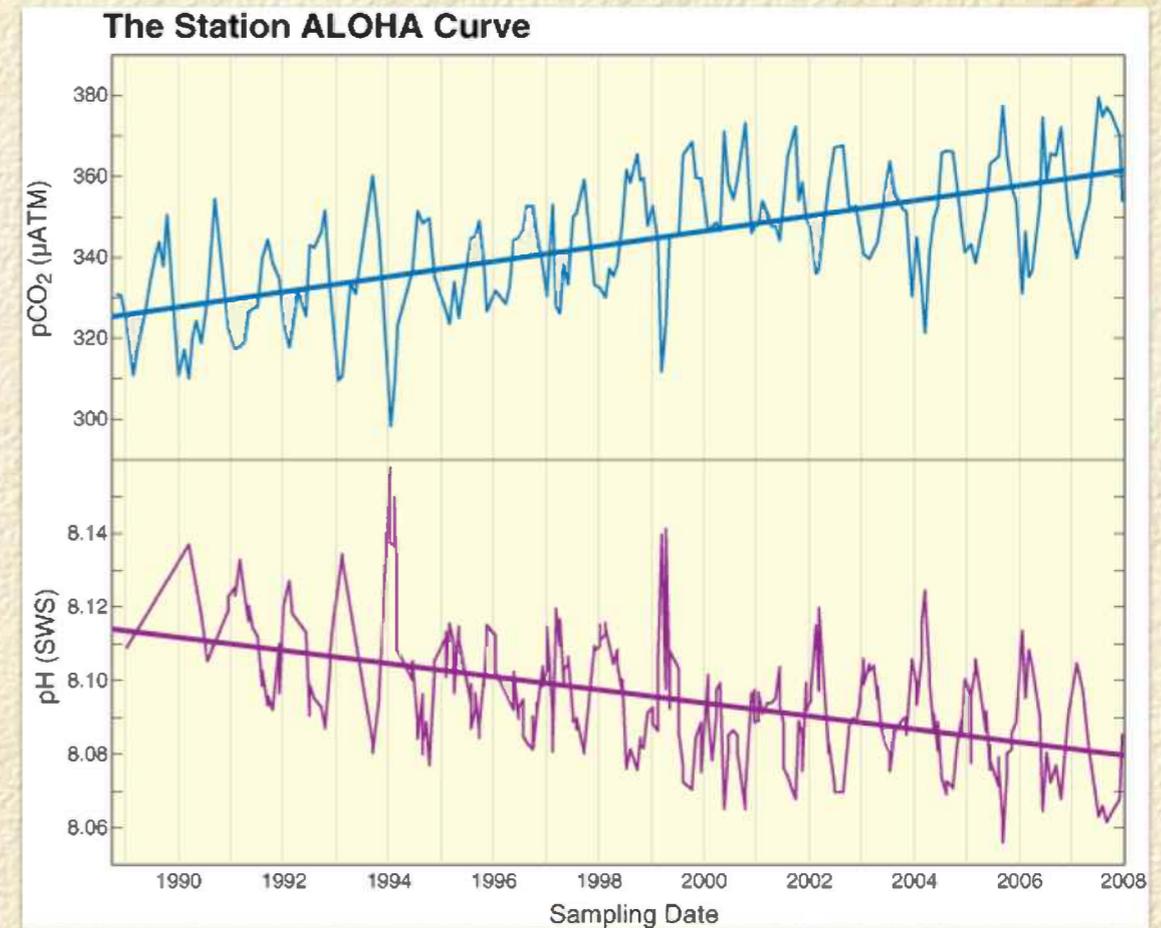
- Au cours des milliards d'années, du **CO₂ atmosphérique** a été transformé en **CO₂ lithosphérique (le calcaire)**. Ce CO₂ lithosphérique (calcaire) est détruit à chaud dans les réactions métamorphiques et surtout par la subduction ($\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$). Ce CO₂ revient alors vers l'atmosphère par volcanisme.
- Au cours de l'histoire de la Terre, la fabrication de calcaire (en surface, suite à l'altération des silicates calciques) a été globalement légèrement supérieure à sa destruction en profondeur (par métamorphisme et subduction).
- Au cours des temps géologiques, le CO₂ atmosphérique a donc baissé, d'un facteur 100 000, à peu près...

Les chemins du calcaire : calcaire et changement climatique

Les eaux calcaires et l'océan



CO₂ et calcaire ne font pas bon ménage...
On parle alors d'acidification des océans.

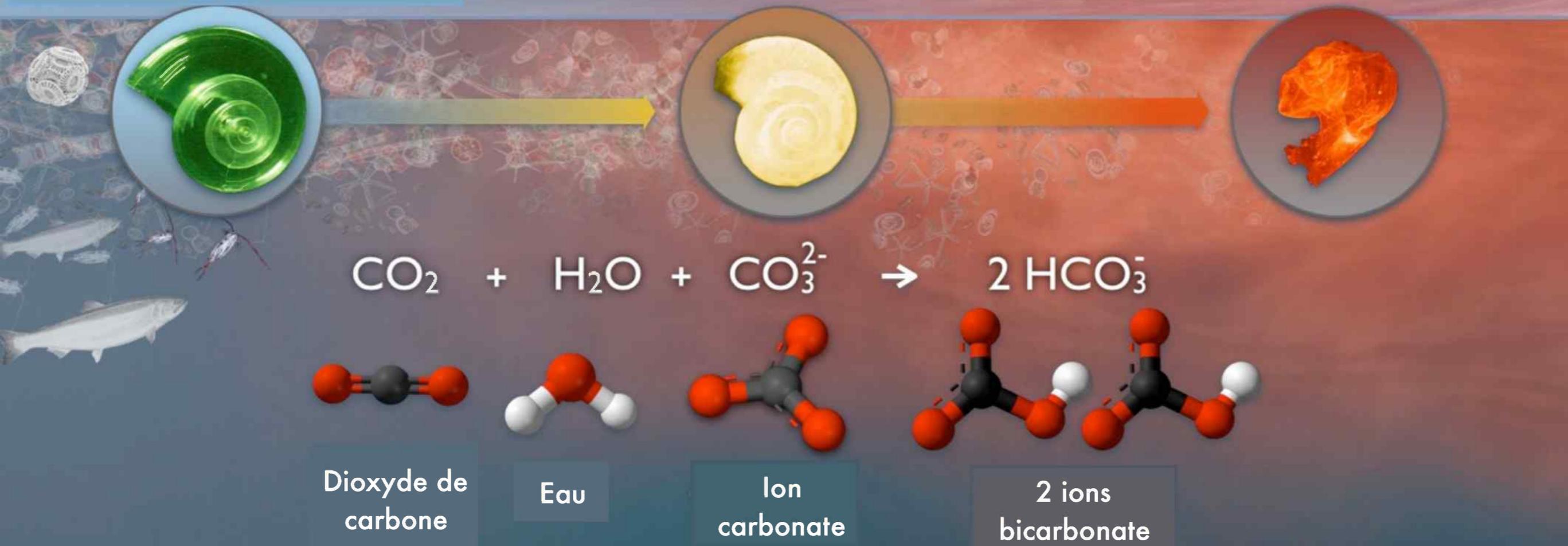


L'acidification des océans: la fin des calcaires?

OCEAN ACIDIFICATION

Comment la vie des mers va-t-elle changer ?

CO₂ absorbée depuis l'atmosphère

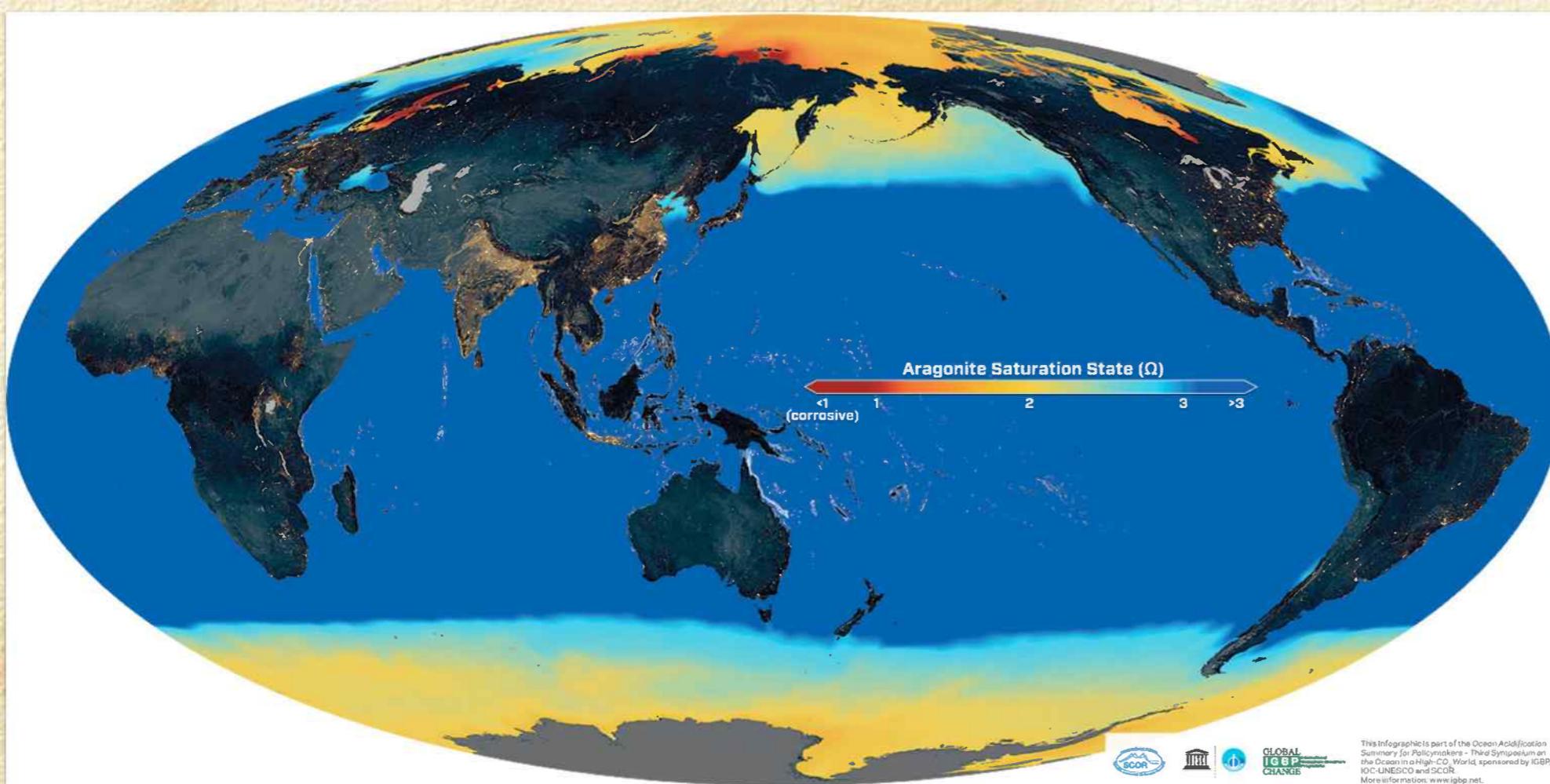


La consommation des ions carbonate met en péril la calcification

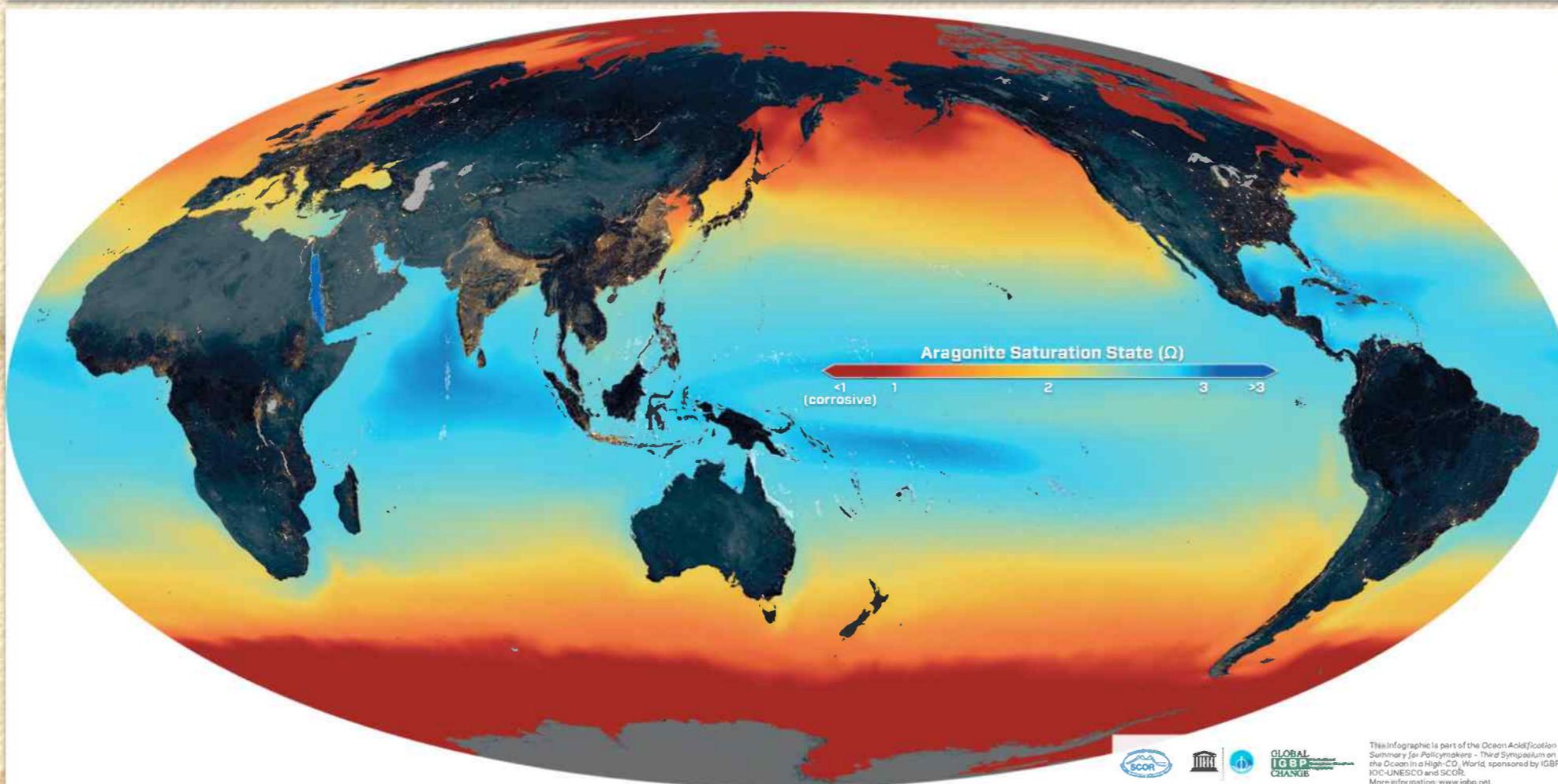
La fin des calcaires ?

Les hausses des températures et du taux de gaz carbonique menacent la vie océanique





En haut,
l'aragonite en
1850-1860. Elle
est très stable
dans tout l'océan
tropical.



En bas,
l'aragonite en
2090-2100. Elle
devient instable,
voire corrodée
dans une grande
partie de l'océan
mondial. Que
deviendront les
écosystèmes ?

Conclusions: le calcaire notre ami !

- Le calcaire est un produit naturel à l'histoire complexe
- Il est un acteur fondamental du cycle du carbone et du calcium
- Ses sources sont multiples, et elles touchent tous les milieux
- Il joue un rôle fondamental dans la redistribution des éléments Ca et C à la surface des continents
- Il est le produit d'une chimie qui implique aussi le vivant

- De plus...
 - il peut parfois poser des problèmes dans l'entretien des services des eaux
 - il est un facteur de régulation de la chimie des océans
 - il peut jouer un rôle en agriculture (chaulage)

- La dynamique des carbonates reste l'un des piliers majeurs de la régulation du climat. Et il reste encore tant à découvrir...et j'espère que vous regarderez le calcaire avec d'autres yeux!