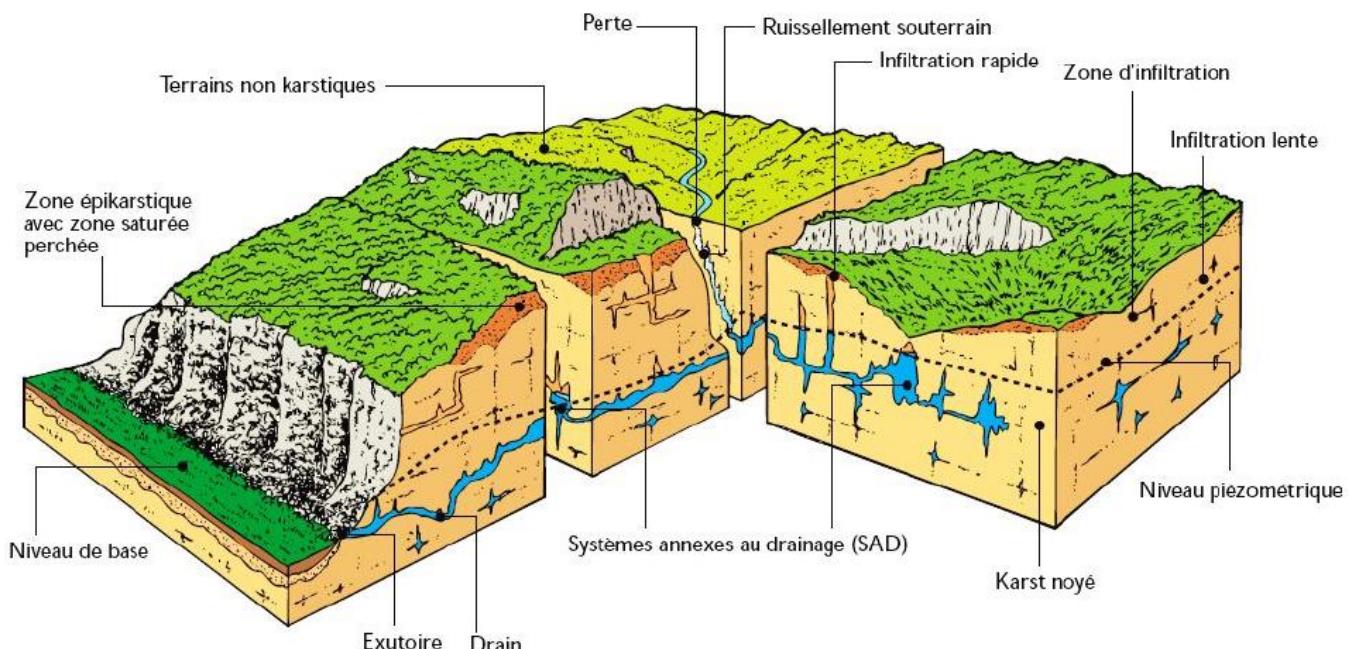


Érosion et concrétions

Document 1 : relief karstique

<http://baladesnaturalistes.hautetfort.com/archive/2013/03/19/le-karst-en-franche-comte.html>

Le karst est un paysage façonné dans des roches solubles carbonatées : calcaire (principalement), marbre, dolomie ou encore craie. Les paysages karstiques se caractérisent par des formes de corrosion de surface (lapiaz), mais aussi par le développement de cavités dues aux circulations d'eaux souterraines. [...] La *karstification* est commandée par la dissolution des roches carbonatées (calcaires et dolomies) constituant le sous-sol des régions concernées. C'est l'eau de pluie infiltrée dans ces roches qui assure cette dissolution. L'eau acquiert l'acidité nécessaire à la mise en solution de la roche en se chargeant de gaz carbonique (CO_2) produit dans les sols par les végétaux et les colonies bactériennes.



Agence de l'eau RMC, d'après Mangin

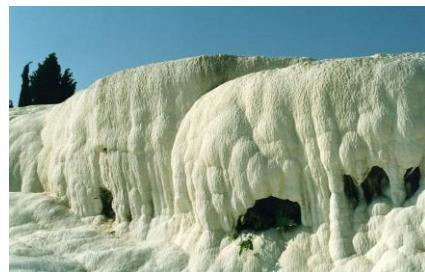
Document 2 : principaux minéraux rencontrés dans les massifs karstiques

Calcite	$\text{CaCO}_3(s)$
Aragonite	$\text{CaCO}_3(s)$
Dolomite	$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2(s)$
Gypse	$(\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O})(s)$
Halite	$\text{NaCl}(s)$

Document 3 : cavernes, stalactites et stalagmites

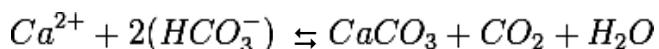
La dissolution du calcaire est facilitée et augmentée par la présence de CO_2 qui représente environ 0,03 % de l'atmosphère de la planète. Dans les sols (terre végétale) qui recouvrent généralement les calcaires, l'activité biologique (respiration des organismes) peut facilement faire monter cette valeur à 5 %. L'eau de percolation qui traverse ces sols se charge donc en CO_2 , ce qui lui permet de dissoudre une grande quantité de calcaire dès qu'elle s'y infiltre. Après quelques dizaines de mètres dans le calcaire, l'eau est cependant presque à saturation. Lorsqu'elle débouche dans une grotte, la teneur en CO_2 dans celle-ci est habituellement nettement inférieure à celle du sol, l'eau contient donc à ce moment-là trop de calcaire dissous par rapport au CO_2 ambiant. Ainsi le carbonate de calcium cristallise, en même temps que la teneur en gaz carbonique de l'eau s'ajuste à celle de la galerie. La plupart des concrétions (stalactites et stalagmites) croissent par accumulation de fines couches successives de 0,01 à 0,5 mm d'épaisseur qui correspondent à des cycles annuels.

Document 4 : les sources pétrifiantes

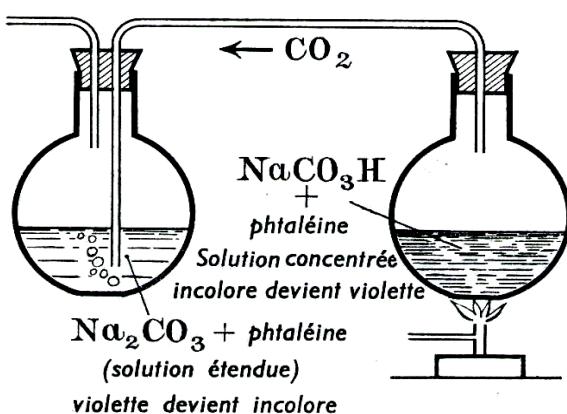


Source pétrifiante de Pamukkale en Turquie

L'eau qui jaillit, a, au préalable, circulé dans une nappe souterraine dans une roche calcaire. Cette eau est donc très chargée en calcaire, mais également en CO_2 , dissous. Sous les actions combinées des algues, de l'agitation et d'autres facteurs physico-chimiques, le calcaire (carbonate de calcium) précipite
Cette précipitation suit la réaction :



Document 5 :



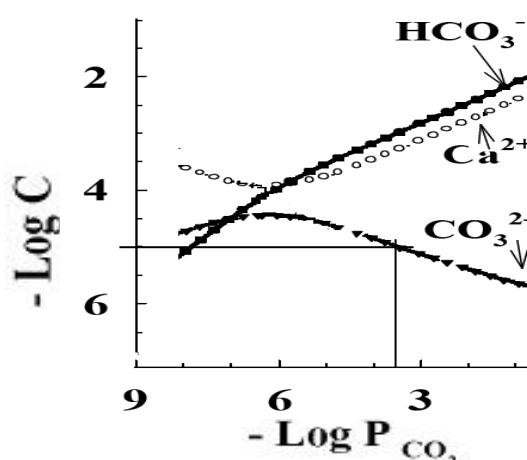
Pour réussir cette expérience, il faut utiliser une solution concentrée de bicarbonate de sodium (naturellement peu soluble) et une solution étendue de Na_2CO_3 .

Quand on chauffe la solution de bicarbonate, on constate, au bout d'un certain temps, une inversion des couleurs.

Manuel chimie Pratique

Document 6 : diagramme de concentration des espèces en fonction de la pression partielle du dioxyde de carbone dans l'atmosphère (PCO_2 en atm).

Solution concentrations of Ca and carbonate species derived from calcite in relation to the partial pressure of carbon dioxide.



Document 7 : produit de solubilité

Produit de solubilité de la calcite $K_s = [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{CO}_3^{2-}] = 10^{-8,42}$ à 25 °C

Si le produit des concentrations est inférieur à K_s il n'y a pas de précipitation et inversement.

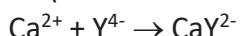
Questions préalables

- Expliquer brièvement la dissolution des roches des reliefs karstiques et inversement la formation des concrétions. On précisera les roches concernées et on raisonnera en termes de déplacements d'équilibre.
- Quelle serait l'influence d'une augmentation de la concentration en CO₂ sur les concrétions calcaires dans une grotte mal ventilée (cas d'une grotte surexploitée touristiquement par exemple) ? Justifier votre réponse.

Résolution de problème

Une eau de source pétrifiante contient essentiellement des ions Ca²⁺ responsables de sa dureté. En passant de la source souterraine à l'air libre elle est soumise à une diminution de la pression partielle de CO₂ qui devient alors égale à 3.10⁻⁴ atm.

Elle est analysée par complexométrie à l'EDTA (Y⁴⁻ en milieu basique) selon la réaction :



On mesure le volume V_e de solution d'EDTA nécessaire pour atteindre l'équivalence, repérée par un indicateur approprié. Pour un prélèvement de 50 mL de l'eau étudiée et pour une concentration molaire de la solution d'EDTA C_e = 0,05 mol.L⁻¹, ce volume V_e est égal = 16,2 mL.

A l'aide des données et des calculs nécessaires montrer que le carbonate de calcium va précipiter à la sortie de l'eau à l'air libre.