

Le béton, les inconvénients causés par une chimie alcaline et vivante

Par: Daniel Fortin PhD. Chimiste

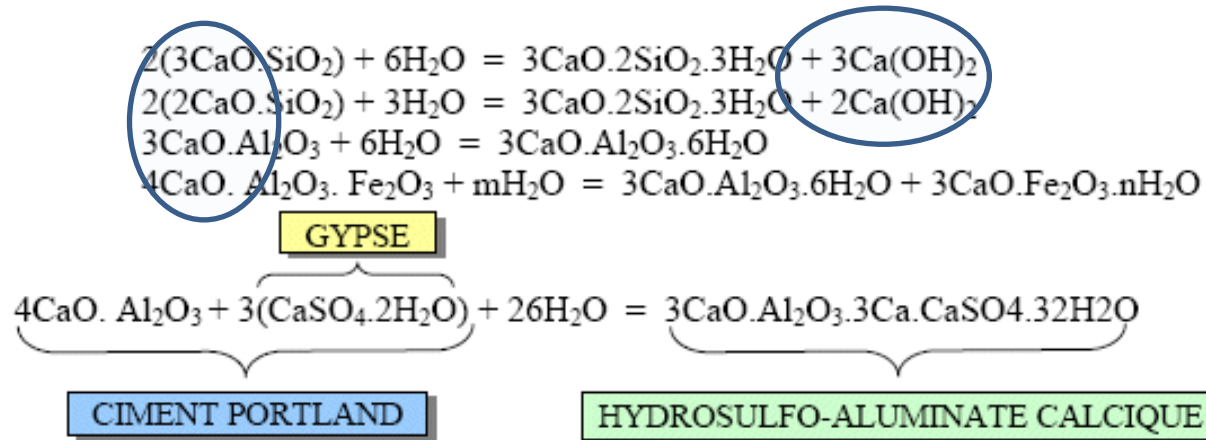
- Le béton, durable aux intempéries, est un matériau de choix pour la construction. Poutres, revêtements extérieurs, pavés, il durera pour des siècles. Ce matériau présente cependant des inconvénients reliés à sa chimie plutôt lente. La réaction d'hydrolyse (durcissement du béton) qui s'étend sur des mois et même des années, provoque des changements internes invisibles à l'œil nu, mais qui génèrent des sels qui migrent à la surface du matériau. Ces sels, généralement le la chaux $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sont inoffensifs sous forme diluée. Mais lorsque l'eau s'évapore ils se concentrent et le pH atteint des valeurs jusqu'à 12 pour ensuite précipiter ou réagir avec d'autres matériaux comme l'aluminium, le fer ou le dioxyde de carbone de l'air pour former respectivement des oxydes d'aluminium, de fer ou du tartre (l'efflorescence secondaire / CaCO_3) .
- Voici un résumé qui décrit comment fonctionne cette chimie et comment diminuer les risque de dommages qui en découlent.

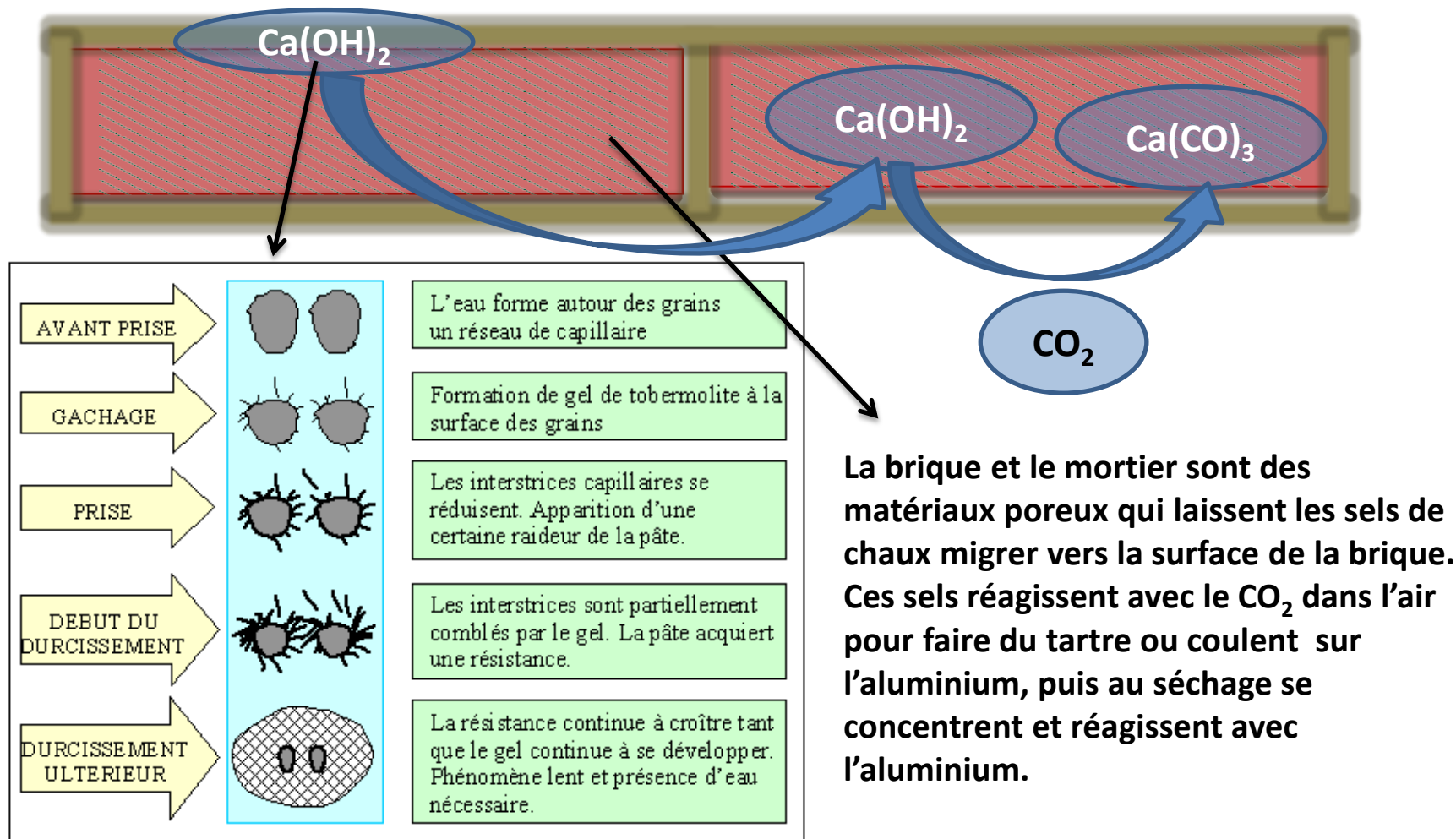
Évolution physico-chimique de la pâte de ciment:

- En gâchant le ciment avec l'eau, on obtient une pâte dans laquelle l'eau entoure chaque grain de ciment en formant un réseau capillaire. Les composés anhydres du ciment sont alors attaqués en surface par l'eau pour produire des composés hydratés. Dans le cas des silicates de calcium C_3S et C_2S , la chaux hydratée se dissout et il se dépose des cristaux de $Ca(OH)_2$ en plaquettes hexagones alors que les silicates de calcium hydratés forment un gel composé de fines aiguilles à la surface du ciment. Ces aiguilles se développent en dimension et en nombre tout en réduisant les interstices capillaires entre les grains. Quand les aiguilles entre les grains de ciment se rapprochent, la pâte devient plus raide. Cette rigidité est au début faible et peut encore être facilement détruite mécaniquement. C'est le début de la prise.
- Après quelques heures, les interstices capillaires sont partiellement comblées par le gel. La pâte de ciment acquiert une certaine résistance. C'est le durcissement qui commence. La résistance continue à croître à mesure que le gel devient plus compact, d'une part, parce qu'il y a un accroissement de la cohésion entre les aiguilles et accroissement du feutrage des aiguilles, d'autre part, parce qu'il se formerait des joints de soudure entre les aiguilles de tobermolite des divers grains de ciment.
- Dans les pâtes de ciment durcies, il reste de ce fait toujours des grains de ciment non hydratés.
- L'hydratation des grains de ciment continue non seulement des mois, mais des années durant, pour autant que le gel soit entouré d'eau, car le gel de tobermolite ne peut se former qu'en présence d'eau.

L'évolution physico-chimique de la pâte de ciment

- Quelques réactions chimiques importantes:
- Les réactions d'hydratation du ciment Portland sont très complexes. Nous ne considérons que les quelques-unes utiles à connaître pour mieux comprendre les propriétés des ciments portlands.

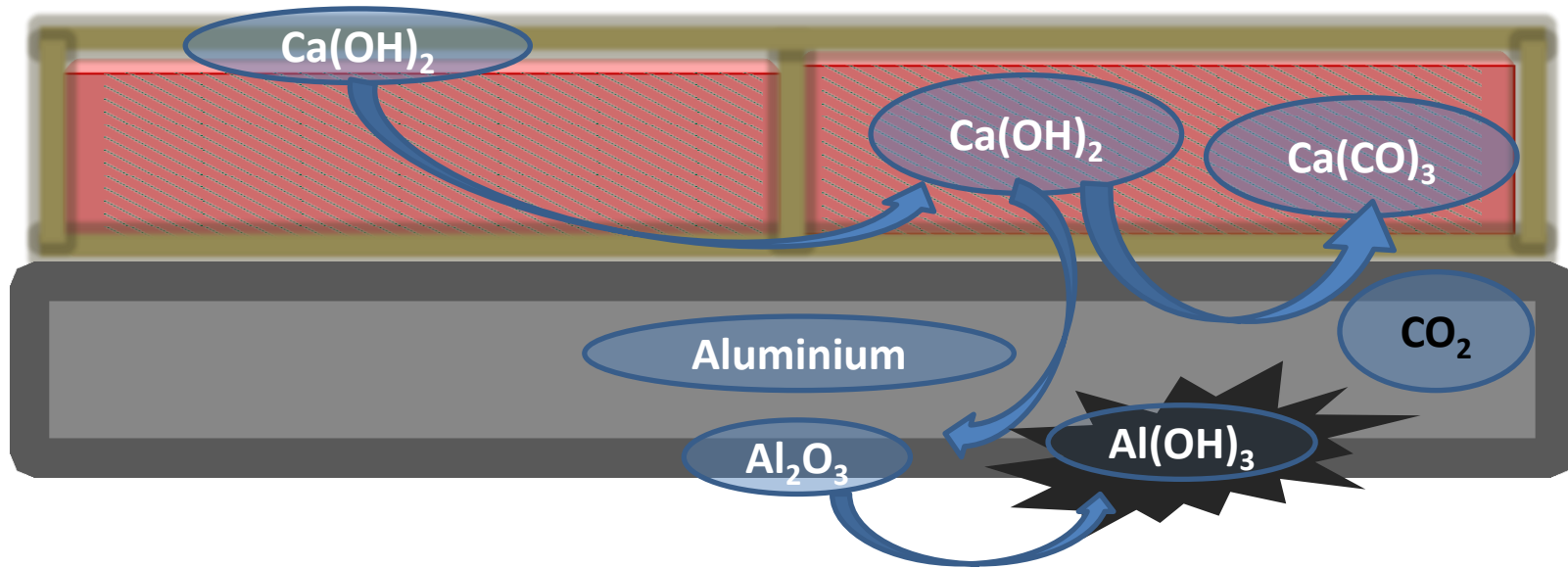




Différents produits de l'hydrolyse du ciment qui proviennent du mortier

- Ca(OH)₂ (efflorescence primaire soluble dans l'eau)
- CaCO₃ (efflorescence secondaire insoluble dans l'eau, sel blanc)
- CaO (réactif encore actif soluble dans l'eau)

Les taches sur l'aluminium:



Voici un exemple de témoignage où des pièces d'aluminium ont été tachées par un produit contenant de la chaux: <http://www.finishing.com/384/92.shtml>

- i. Lime (**la chaux, CaO**) absorbs moisture from the air, creating hydrated lime (**Ca(OH)_2**) with a **pH of 12.4**, which caustic etches (**marque**) the **aluminum**. This is the same reaction as with fresh concrete. The dark color is from hydroxides of alloying elements in the aluminum, impurities in the lime and air pollution.

Procédure pour protéger l'aluminium

- I. Appliquer une barrière hydrofuge sur l'aluminium afin que l'eau ne puisse pas mettre en contact les sels d'hydrolyse du ciment avec l'aluminium.
- II. Nettoyer la maçonnerie avec un acide approprié telle que l'acide muriatique (HCl) dilué ou *Efflo-Clean-Brick-C* de **Nature Pavé** et selon les directives proposées par le CNRC (Conseil National de Recherche du Canada)¹. Ce nettoyage neutralise en surface le pH basique de la maçonnerie et les sels produits par l'hydrolyse du mortier.
- III. Appliquer le produit *Efflo-Stop* de **Nature Pavé** qui bloque la migration des sels d'hydrolyse vers la surface de la maçonnerie sans empêcher la maçonnerie de respirer. Ce produit entre dans les pores et agit comme un moustiquaire contre les sels de chaux. Il est invisible.

1. Recommendations et explications du CNRC

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/idp/irc/dcc/digest-construction-131.html>

- Une autre caractéristique chimique de la maçonnerie réside dans la présence de sels solubles. Ils peuvent résulter de réactions chimiques se produisant pendant la fabrication ou le durcissement; ils peuvent aussi provenir d'impuretés solubles présentes dans quelques-uns des ingrédients, ou des matériaux utilisés dans les mortiers destinés à l'installation des éléments de maçonnerie. A mesure que l'eau utilisé durant la construction se dissipe, elle transporte les sels solubles jusqu'à la surface; ils s'y déposent sous forme d'efflorescences lorsque l'eau s'évapore. Si, par la suite, la construction absorbe de l'eau qui, à son tour, remonte à la surface, de nouvelles efflorescences prennent naissance. Le béton monolithe ne souffre généralement pas de cet inconvénient, à moins que les détails de construction ne permettent la pénétration de la pluie, ou que le béton ne soit extrêmement poreux. Les blocs de béton peuvent présenter des efflorescences parce qu'ils sont plus poreux et parce qu'ils sont placés à l'aide de mortier. Ainsi que l'a exposé le [CBD 2E](#), la probabilité pour qu'une construction de briques présente de l'efflorescence dépend des propriétés et de la composition de la brique et du mortier. Lorsque la teneur en sels de sodium et de potassium présents dans le mortier est basse, la production de sels blancs est réduite. Les produits du ciment traités à l'autoclave sont relativement exempts de dépôts; il n'en est pas ainsi dans le cas des matériaux séchés normalement en raison de leur forte teneur en ciment. Du fait de sa composition, le stuc peut aussi présenter de l'efflorescence, mais son aspect est moins déplaisant que dans d'autres cas parce que le contraste de couleur n'est pas aussi frappant que sur les briques rouges.
- On recommande souvent de traiter le béton à l'acide chlorhydrique pour le "neutraliser". Cette opération est, en fait, impossible, sauf sur une mince couche superficielle. L'introduction ultérieure d'eau dans le matériau peut, en conséquence, amener à la surface des produits alcalins frais.

Même neutralisée, l'alcalinité des sels de chaux reviendra éventuellement à la surface. Il faut donc prévenir ce problème avec **Efflo-Stop**