



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen

Dossier 16 – Kwaliteit van rioolnetten

Deel1 – Rev.1 - Bijlage VI

(Kalkafzettingen in betonbuizen – document -STC1CTS1/42/03 2023.11.21)

Versie : v1

OCW-Francis Poelmans

STC1 CTS1	
DOCUMENT	STC1CTS1/42/03 2023.11.21

Kalkafzettingen in betonbuizen

• • • • •

Dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton

Kalkafzettingen in betonbuizen

1. Inleiding

Tijdens camera-inspecties van leidingen die uitgevoerd zijn met betonbuizen komen vaak kalkafzettingen aan het licht. De interpretatie van het eventuele risico dat dergelijke afzettingen zouden inhouden leidt soms tot onnodige discussie. Deze tekst wil ertoe bijdragen dat dergelijke kalkafzettingen in een juiste context worden geplaatst.

2. Betonbuizen

Met betonbuizen worden hier buizen bedoeld die vervaardigd worden op basis van ongewapend, gewapend of vezelversterkt (cement)beton en die bestemd zijn voor het transport van regen-, oppervlakte- of rioolwater onder invloed van de zwaartekracht of onder lichte overdruk. De eisen voor deze buizen zijn vastgelegd in:

- NBN EN 1916 'Buizen en hulpstukken van ongewapend beton, van staalvezelbeton en van gewapend beton'
- NBN B 21-106 'Buizen en hulpstukken van ongewapend beton, van staalvezelbeton en van gewapend beton - Nationale aanvulling bij NBN EN 1916'

Buizen vervaardigd in beton op basis van andere bindmiddelen dan cement worden hier niet behandeld.

3. Camera-inspectie

Camera-inspectie van leidingen wordt uitgevoerd volgens:

NBN EN 13508-2: 2003 + A1: 2011 'Onderzoek en beoordeling van de buitenriolering - Deel 2: Coderingssysteem bij visuele inspectie'

Bij een inspectie volgens deze norm dienen fenomenen die in de leiding vastgesteld worden te worden benoemd. De norm voorziet daarbij een aantal codes voor welbepaalde veel weerkerende fenomenen. De taak van de inspecteur die de beelden evalueert beperkt zich tot het juist benoemen van de vaststellingen en omvat geenszins een interpretatie van deze vaststellingen. Voor afzettingen is de code BBB voorzien, met verschillende subcodes, waaronder aankorsting of concretie (A). De code BBB A is dan ook bij uitstek geschikt om een kalkafzetting te benoemen. Helaas krijgen kalkafzettingen nog te vaak de code BBF mee, die bedoeld is voor verschillende vormen van infiltratie: zweten (A), druppelen (B), stromen (C) of spuiten (D). Hierbij wordt dan de interpretatie gemaakt dat de vastgestelde kalkafzetting veroorzaakt moet zijn door een infiltratie. Maar de inspecteur mag enkel benoemen wat tijdens de inspectie kan vastgesteld worden en niet wat er voordien al dan niet plaatsgevonden kan hebben of wat er mogelijks nog kan gebeuren. Als er tijdens de camera-inspectie geen infiltratie wordt vastgesteld, mag die niet vermeld worden.

Als de afzetting daadwerkelijk gepaard gaat met een infiltratie moet dat uiteraard ook gerapporteerd worden, maar gelukkig blijkt dat vaak niet het geval te zijn. In recente leidingen komen wel vaker lichte infiltraties met beginnende kalkafzetting voor, waarvan verwacht kan worden dat ze door verdere carbonatie binnen afzienbare tijd gedicht zullen worden. Dit wordt het 'zelfdichtend of -helend' effect van beton genoemd.

Een juiste benoeming van vastgestelde fenomenen bij de camera-inspectie is cruciaal, want het gevolg dat gegeven moet worden aan de verschillende vaststellingen kan sterk verschillend zijn. Zo vraagt een bij de camera-inspectie vastgestelde kalkafzetting mét of zonder infiltratie een volledig andere opvolging.

4. Ontstaan van kalkafzettingen in betonbuizen

4.1 Porositeit

Beton is een solide materiaal, maar dat wil niet zeggen dat beton volledig uit vaste materie bestaat. Beton wordt gekenmerkt door een ingewikkelde poriënstructuur. De wateropslorping is een maat die gehanteerd wordt om het gehalte open poriën in het beton (de poriën die in contact staan met de buitenwereld) aan te geven. De wateropslorping geeft aan welk gewichtspercentage water beton kan bevatten. De maximaal toegelaten wateropslorping van het beton van betonbuizen bedraagt naargelang de omstandigheden 6% of 7%, wat neer komt op een poriëngehalte van $\pm 15\%$. In de praktijk is de werkelijk optredende wateropslorping vaak tot de helft lager dan de toegelaten grenswaarde, zeker bij onmiddellijk ontkiste buizen, de productietechniek die in België het meest voorkomt. De poriëndiameter varieert van enkele nanometer tot enkele millimeter (factor 1/1 000 000). De porositeit is bepalend voor een aantal andere parameters die een rol spelen bij de vorming van kalkafzettingen zoals CO₂-diffusieweerstand en de permeabiliteit of de waterdichtheid.

4.2 Cement

Cement is een bindmiddel dat uithardt in contact met water. Hierbij wordt cementsteen gevormd die onoplosbaar is in water. Om deze redenen wordt cement een hydraulisch bindmiddel genoemd.

Het voornaamste bestanddeel van cement is gemalen portlandklinker. Portlandklinker is een halffabrikaat dat bestaat uit een soort knikkers die gevormd worden door het sinteren en afschrikken van de gepaste grondstoffen in roterende cementovens. Deze klinker wordt gemalen en gemengd met een bindingsregelaar en eventueel met andere bestanddelen zoals vliegashoofst, hoogovenslak of gemalen kalksteen die al dan niet actief deelnemen aan de hydratatie, de reactie van cement met water.

Bij de reactie van gemalen portlandklinker en bindingsregelaar met water ontstaan twee belangrijke producten. Enerzijds ontstaan diverse calciumsilicaathydraten (in cementchemie aangeduid als CSH), de mineralen die instaan voor de binding van de cementpasta en de sterkteontwikkeling van de cementsteen. Daarnaast ontstaat ook portlandiet of calciumhydroxide (Ca(OH)_2 of CH in de cementchemie). Portlandiet draagt niet rechtstreeks bij tot de sterkteontwikkeling van cementsteen.

Portlandiet is een sterke base. Voor gewapend beton is dit essentieel omdat het sterk basisch karakter ($\text{pH} > 12$) van het poriënwater van het beton als gevolg heeft dat betonstaal niet kan roesten.

Portlandiet is dermate overvloedig aanwezig in de inwendige poriën van beton dat het niet uitgeput raakt door uitloging. Portlandiet kan wel chemisch wegreageren.

Het portlandiet in het poriënwater reageert onder meer met het koolzuurgas of koolstofdioxide (CO_2) uit de lucht dat via de poriën in het beton dringt. De reactie tussen calciumhydroxide (Ca(OH)_2) en koolstofdioxide CO_2 in vochtig milieu levert calciumcarbonaat (CaCO_3) - kalksteen- op. Dit proces wordt carbonatatie genoemd.

Het calciumcarbonaat dat bij carbonatatie ontstaat is slecht oplosbaar in water en slaat neer. De exacte plaats waar deze neerslag ontstaat hangt van veel parameters af maar een groot deel van de neerslag vindt plaats in de inwendige poriënstructuur en microscheuren van het beton en is dus niet zichtbaar voor het blote oog. Deze neerslag is op zich niet schadelijk, wel integendeel, ze heeft een gunstig effect. De kalkneerslag is in staat om microscheurtjes en iets meer poreuze zones in het beton te dichten. Het wordt algemeen erkend dat stabiele en niet-actieve scheurtjes met een scheurwijdte tot $\pm 0,2$ mm in de niet getrokken zones van vochtig beton in een periode van enkele weken tot enkele maanden door carbonatatie (terug) gedicht worden. Carbonatatie draagt zo bij aan het zelfhelend effect van beton.

Als het beton erg vochtig is en het verdampingsfront zich aan het oppervlak bevindt kan de kalkneerslag zich op dat oppervlak vormen zodat zich een kalksluier vormt die ook wel uitbloeiing of 'efflorescentie' wordt genoemd. Efflorescentie is volkomen normaal voor beton en kan hoogstens op esthetisch vlak een probleem vormen, een aspect dat voor betonbuizen overigens van volledig ondergeschikt belang is.

Kalkneerslag aan het betonoppervlak kan ook lokaal plaatsvinden waar vocht door verdampen, zweten, druppelen of stromen uit het beton treedt. Dergelijke lokale neerslag aan het oppervlak wordt ook wel kalkafzetting genoemd. Deze afzettingen zijn op zich evenmin schadelijk, maar kunnen door hun vorm en voorkomen wel een indicatie zijn van infiltraties die ooit hebben plaatsgehad, maar door het zelfhelend effect mogelijks gestopt zijn. Het is de vaststelling van dit soort afzettingen die vaak aanleiding geeft tot discussie.

Er moet opgemerkt worden dat kalkafzettingen in leidingen met betonbuizen ook gevormd kunnen worden door calciumhydroxide dat niet afkomstig is van het beton van de buizen, maar bv. van het massief van gestabiliseerd zand rond de leiding. Dit soort kalkneerslag kan soms vastgesteld worden in de voegen.

4.3 Waterdichtheid

NBN EN 1916 en NBN B 21-106 leggen o.a. eisen vast m.b.t. de waterdichtheid van de buizen. Bij het nazicht van de waterdichtheid van betonbuizen wordt zowel de waterdichtheid van de wand als van de voegverbinding gecontroleerd. Voor het goede begrip van de oorzaak van kalkafzettingen in leidingen van betonbuizen zijn de omstandigheden waaronder de waterdichtheid van de wand van betonbuizen wordt geëvalueerd, relevant.

De waterdichtheid van de buiswand met een dikte $t < 125$ mm wordt volgens NBN EN 1916 beoordeeld door de buis te onderwerpen aan de zogenaamde hydrostatische proef waarbij de wand gedurende 15 minuten blootgesteld wordt aan een inwendige waterdruk van 50 kPa (± 5 m waterkolom). Daarna wordt nagegaan of de wand lekken of andere gebreken vertoont, waarbij een vochtige plek op de buiswand niet als gebrek wordt beschouwd. Als dat niet het geval is, wordt de buis waterdicht genoemd. De wand van buizen met een dikte $t \geq 125$ mm wordt zonder beproeving geacht waterdicht te zijn. In NBN B 21-106 wordt de verhoogde waterdichtheid beschreven, die, ongeacht de wanddikte, bij een inwendige druk van 100 kPa (± 10 m waterkolom) moet worden aangetoond in een voor het overige gelijkaardige proef.

Betonbuizen die voldoen aan de hydrostatische proef bij 50 kPa worden geacht geschikt te zijn voor gebruik in leidingen voor gravitaire afvoer, of desgevallend afvoer onder beperkte druk, van regen-, oppervlakte- of rioolwater. Buizen die voldoen aan de verhoogde waterdichtheid kunnen worden voorgeschreven in waterwingebieden of voor leidingen die op grote diepte ingegraven worden. Het is belangrijk te begrijpen dat de hydrostatische proef een conventionele beoordeling betreft waarbij de proefomstandigheden afwijken van de omstandigheden in gebruik. Bij de proef wordt inwendige druk aangebracht, waardoor de buiswand onder trek komt te staan, wat op zich een strenge omstandigheid is omdat eventuele scheurtjes open komen te staan. In werkelijkheid komt de buiswand door de uitwendige grond- en waterdruk meestal onder druk te staan waardoor scheurtjes veelal dichtgedrukt worden. In de omstandigheden in gebruik zal een betonbuis dan weer veel langer aan waterdruk onderworpen worden dan dit bij de proef het geval is. Verder kunnen de omgevingsomstandigheden in de leiding (doorstroming, luchtvochtigheid ...) er aanleiding toe geven dat wanden langdurig vochtig zijn.

Het hoeft dus niet te verbazen dat op wanden van betonbuizen onder invloed van de omstandigheden in gebruik kalkafzettingen ontstaan, ook al heeft de buis de hydrostatische proef doorstaan. De omstandigheden in gebruik kunnen zodanig zijn dat zich na verloop van tijd kalkafzettingen voordoen. Het tegendeel zou opmerkelijker zijn. Dat wil echter niet zeggen dat betonbuizen die kalkafzettingen vertonen niet voldoende waterdicht zouden zijn en daardoor niet geschikt zouden zijn voor de afvoer van regen-, oppervlakte- of rioolwater.

5. Conclusie

Het vóórkomen van kalkafzettingen op de wand van leidingen van betonbuizen is volkomen normaal en is een gevolg van de vorming van portlandiet bij de hydratatie van cement en van daaropvolgende carbonatatie, in combinatie met bepaalde omgevingsparameters.

Kalkafzettingen zijn op zich niet schadelijk. Kalkafzettingen kunnen wel getuigen van infiltraties die op een bepaald moment plaats hebben gehad, maar vormen op zich geen bewijs dat dergelijke infiltraties nog steeds plaatshebben en zijn evenmin een aanwijzing dat in de toekomst nog infiltraties gaan plaatshebben. Door het zelfhelend gedrag van beton, waarbij zich kalkafzettingen in de poriënstructuur van het beton of in microscheurtjes voordoen, kan de eventuele eerdere infiltratie alweer een halt toegeroepen zijn.

Enkel kalkafzettingen die blijvend gepaard gaan met druppende, stromende of spuitende lekken zijn niet aanvaardbaar voor de leiding, niet omwille van de kalkafzetting op zich maar omwille van de infiltratie, en kunnen wijzen op een eventuele niet-conformiteit van de betonbuizen.

Dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton

1. Introduction

Les inspections par caméra des canalisations réalisées avec des tuyaux en béton mettent fréquemment des dépôts de calcaire au jour. L'interprétation du risque éventuel que ces dépôts pourraient poser donne parfois lieu à des débats inutiles. Ce texte a pour but d'aider à replacer ces dépôts de calcaire dans le bon contexte.

2. Tuyaux en béton

Par tuyaux en béton, on entend ici des tuyaux fabriqués à base de béton (de ciment) non armé, armé ou fibré acier et destinés au transport des eaux pluviales, des eaux de surface ou des eaux usées sous l'influence de la gravité ou sous une légère surpression. Les exigences pour ces tuyaux sont fixées dans :

- NBN EN 1916 'Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé'
- NBN B 21-106 'Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé – Complément national à la NBN EN 1916'

Les tuyaux fabriqués en béton à base d'autres liants que le ciment ne sont pas traités ici.

3. Inspection par caméra

L'inspection des canalisations par caméra est réalisée conformément à :

NBN EN 13508-2 : 2003 + A1 : 2011 'Investigation et évaluation des réseaux d'assainissement à l'extérieur des bâtiments – Partie 2 : Système de codage de l'inspection visuelle'

Lors d'une inspection effectuée conformément à cette norme, les phénomènes identifiés dans la canalisation doivent être nommés. La norme fournit un certain nombre de codes pour des phénomènes bien définis et récurrents. La tâche de l'inspecteur qui évalue les images se limite à nommer correctement les observations et n'inclut en aucun cas une interprétation de ces observations. Pour les dépôts adhérents, le code BBB est prévu, avec plusieurs sous-codes, parmi lesquels les concrétions (A). Le code BBB A convient donc parfaitement pour nommer un dépôt de calcaire. Malheureusement, les dépôts de calcaire sont encore trop souvent désignés par le code BBF, qui est destiné aux différentes formes d'infiltration : suintement (A), goutte à goutte (B), écoulement (C) ou jaillissement (D). On interprète alors que le dépôt de calcaire observé est dû à une infiltration. Mais l'inspecteur ne peut nommer que ce qui peut être observé lors de l'inspection et pas ce qui a pu se produire ou non auparavant, ni ce qui peut encore se produire. Si aucune infiltration n'est observée lors de l'inspection par caméra, elle peut ne pas être mentionnée.

Si le dépôt s'accompagne effectivement d'une infiltration, celle-ci doit bien entendu être signalée, mais heureusement, ce n'est pas souvent le cas. Dans les canalisations récentes, on observe plus souvent de légères infiltrations avec des dépôts de calcaire naissants, dont on peut s'attendre à ce qu'elles soient colmatées par une nouvelle carbonatation dans un avenir proche. C'est ce qu'on appelle l'effet d'autocolmatage ou d'autocicatrisation du béton.

La désignation correcte des phénomènes observés par l'inspection par caméra est cruciale, car les suites à donner aux différentes observations peuvent être très différentes. Ainsi, l'observation par inspection par caméra d'un dépôt de calcaire avec ou sans infiltration nécessite un suivi complètement différent.

4. Naissance des dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton

4.1 Porosité

Le béton est un matériau solide, mais cela ne signifie pas qu'il soit entièrement constitué de matière solide. Le béton se caractérise par une structure de pores complexe. L'absorption d'eau est une mesure utilisée pour indiquer la teneur en pores ouverts dans le béton (les pores en contact avec le monde extérieur). L'absorption d'eau indique le pourcentage en poids d'eau que le béton peut contenir. Selon les circonstances, l'absorption d'eau maximale admissible du béton des tuyaux en béton est de 6 % ou 7 %, ce qui correspond à une teneur en pores de ± 15 %. Dans la pratique, l'absorption d'eau réelle est souvent jusqu'à 50 % inférieure à la valeur limite autorisée, en particulier en ce qui concerne les tuyaux à décoffrage immédiat, ce qui est la technique de production la plus couramment utilisée en Belgique. Le diamètre des pores varie de quelques nanomètres à quelques millimètres (facteur 1/1 000 000). La porosité est déterminante pour un certain nombre d'autres paramètres qui jouent un rôle dans la formation des dépôts de calcaire, tels que la résistance à la diffusion du CO₂ et la perméabilité ou l'étanchéité à l'eau.

4.2 Ciment

Le ciment est un liant qui durcit au contact de l'eau. Ce faisant, il forme une pierre de ciment insoluble dans l'eau. Pour ces raisons, le ciment est appelé liant hydraulique.

Le principal constituant du ciment est le clinker Portland broyé. Le clinker Portland est un semi-fabricat constitué d'une sorte de nodules formés par le frittage et la trempe des matières premières appropriées dans des fours à ciment rotatifs. Ce clinker est broyé et mélangé à un régulateur de prise et éventuellement à d'autres composants tels que des cendres volantes, du laitier de haut fourneau ou du calcaire broyé qui peuvent ou non participer activement à l'hydratation, c'est-à-dire à la réaction du ciment avec l'eau.

La réaction du clinker Portland broyé et du régulateur de prise avec l'eau génère deux produits importants. D'une part, divers silicates de calcium hydratés (appelés CSH dans la chimie du ciment), les minéraux responsables de la prise de la pâte de ciment et du développement de la résistance de la pierre de ciment et d'autre part, de la portlandite ou hydroxyde de calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou CH dans la chimie du ciment). La portlandite ne contribue pas directement au développement de la résistance et la pâte de ciment durci.

La portlandite est fortement basique. Elle est essentielle pour le béton armé car le caractère fortement basique ($\text{pH} > 12$) de l'eau des pores du béton a pour effet d'empêcher la corrosion des barres d'armature.

La portlandite est si abondante dans les pores internes du béton qu'elle n'est pas épuisée par la lixiviation. La portlandite peut toutefois s'épuiser par réaction chimique.

La portlandite présente dans l'eau des pores réagit, entre autres, avec le dioxyde de carbone (CO_2) de l'air qui pénètre dans le béton par les pores. La réaction entre l'hydroxyde de calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) et le dioxyde de carbone CO_2 en milieu humide produit du carbonate de calcium (CaCO_3), c.-à-d. du calcaire. Ce processus est appelé la carbonatation.

Le carbonate de calcium formé pendant la carbonatation est peu soluble dans l'eau et précipite. L'endroit exact où se produit cette précipitation dépend de nombreux paramètres, mais une grande partie de la précipitation a lieu dans la structure interne des pores et des microfissures du béton et n'est donc pas visible à l'œil nu. Cette précipitation n'est pas nocive en soi ; au contraire, elle a un effet bénéfique. La précipitation de la chaux est capable de colmater les microfissures et les zones légèrement plus poreuses du béton. Il est généralement admis que les fissures stables et inactives d'une largeur de fissure allant jusqu'à $\pm 0,2$ mm dans les zones non soumises à la traction du béton humide sont (re)colmatées par la carbonatation en l'espace de quelques semaines à quelques mois. La carbonatation contribue donc à l'effet d'autocicatrisation du béton.

Si le béton est très humide et que le front d'évaporation se trouve à la surface, des précipitations de chaux peuvent se former sur cette surface, de sorte qu'un voile de chaux se forme, également connu sous le nom d'efflorescence. L'efflorescence est parfaitement normale pour le béton et peut tout au plus constituer un problème d'un point de vue esthétique, un aspect qui, soit dit en passant, est d'une importance tout à fait mineure pour les tuyaux en béton.

La précipitation de la chaux sur la surface du béton peut également se produire localement là où l'humidité quitte le béton par évaporation, soitement, goutte à goutte ou écoulement. Également connues sous le nom de dépôts de calcaire, ces précipitations superficielles locales ne sont pas non plus nocives en elles-mêmes. Cependant, leur forme et leur apparence peuvent indiquer que des infiltrations ont eu lieu, mais qu'elles se sont potentiellement arrêtées grâce à l'effet d'autocicatrisation. C'est l'observation de ce type de dépôts qui fait souvent l'objet de débats.

Il convient de noter que les dépôts de calcaire dans les canalisations constituées de tuyaux en béton peuvent également être formés par de l'hydroxyde de calcium qui ne provient pas du béton des tuyaux, mais par exemple du sable stabilisé autour de la canalisation. Ce type de précipitations calcaires peut parfois être observé dans les joints.

4.3 Étanchéité à l'eau

Les NBN EN 1916 et NBN B 21-106 imposent entre autres des exigences concernant l'étanchéité à l'eau des tuyaux. Lors de la vérification de l'étanchéité à l'eau des tuyaux en béton, l'étanchéité à l'eau aussi bien de la paroi et du joint est vérifiée. Pour une bonne compréhension de la cause des dépôts de calcaire dans les canalisations de tuyaux en béton, les conditions dans lesquelles l'étanchéité à l'eau de la paroi des tuyaux en béton est évaluée sont pertinentes.

L'étanchéité à l'eau de la paroi du tuyau d'une épaisseur $t < 125$ mm est évaluée conformément à la NBN EN 1916 en soumettant le tuyau à l'essai dit hydrostatique. Au cours de cet essai, la paroi est exposée à une pression d'eau interne de 50 kPa (± 5 m de colonne d'eau) pendant 15 minutes. On vérifie ensuite si la paroi présente des fuites ou d'autres défauts, une tache d'humidité sur la paroi du tuyau n'étant pas considérée comme un défaut. Si ce n'est pas le cas, le tuyau est dit étanche à l'eau. La paroi des tuyaux d'une épaisseur $t \geq 125$ mm est considérée comme étanche à l'eau sans essai. La NBN B 21-106 décrit l'étanchéité à l'eau accrue qui doit être démontrée à une pression interne de 100 kPa (± 10 m de colonne d'eau), quelle que soit l'épaisseur de la paroi, lors d'un essai par ailleurs similaire.

Les tuyaux en béton qui satisfont à l'essai hydrostatique à 50 kPa sont considérés comme aptes à être utilisés dans des canalisations destinées à l'évacuation par gravité ou, si nécessaire, à l'évacuation sous pression limitée, des eaux pluviales, des eaux de surface ou des eaux usées. Les tuyaux conformes à l'étanchéité à l'eau accrue peuvent être prescrits dans les zones de captage d'eau ou pour les canalisations enterrées à grande profondeur. Il est important de comprendre que l'essai hydrostatique est une évaluation conventionnelle où les conditions d'essai diffèrent de celles de l'utilisation. Lors de l'essai, une pression interne est appliquée, mettant la paroi du tuyau sous traction, ce qui constitue en soi une condition sévère car d'éventuelles fissures s'ouvriraient. En réalité, la pression du sol et de l'eau exerce généralement une pression sur la paroi du tuyau, ce qui a pour effet de comprimer les fissures. Dans les conditions d'utilisation, un tuyau en béton est soumis à la pression de l'eau pendant beaucoup plus longtemps que ce n'est le cas lors de l'essai. En outre, les conditions environnementales dans la canalisation (débit, humidité...) peuvent entraîner une humidité prolongée des parois.

Il n'est donc pas surprenant que des dépôts de calcaire se forment sur les parois des tuyaux en béton sous l'influence des conditions d'utilisation, même si le tuyau a passé avec succès l'essai hydrostatique. Les conditions d'utilisation peuvent être telles que des dépôts de calcaire se forment au fil du temps. Le contraire serait plus remarquable. Cela ne signifie pas pour autant que les tuyaux en béton présentant des dépôts de calcaire ne sont pas suffisamment étanches à l'eau et ne conviennent donc pas pour l'évacuation des eaux pluviales, des eaux de surface ou des eaux usées.

5. Conclusion

L'apparition de dépôts de calcaire sur la paroi des canalisations de tuyaux en béton est parfaitement normale et résulte de la formation de portlandite lors de l'hydratation du ciment et de la carbonatation qui s'ensuit, en combinaison avec certains paramètres environnementaux.

Les dépôts de calcaire ne sont pas nocifs en tant que tels. Bien que les dépôts de calcaire puissent témoigner d'infiltrations qui ont eu lieu à un moment donné, ils ne constituent en soi pas une preuve que de telles infiltrations ont toujours lieu, ni une indication que de futures infiltrations auront lieu. En raison du comportement d'autocicatrisation du béton, qui se traduit par des dépôts de calcaire dans la structure des pores du béton ou dans les microfissures, toute infiltration antérieure peut déjà avoir été stoppée.

Seuls les dépôts de calcaire accompagnés en permanence de fuites par égouttement, écoulement ou jaillissement ne sont pas acceptables pour la canalisation, non pas à cause du dépôt de calcaire en soi, mais à cause de l'infiltration, et peuvent indiquer une éventuelle non-conformité des tuyaux en béton.