



**Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
Samen voor duurzame wegen



**Centre de recherches routières**  
Ensemble pour des routes durables

# **Dossier 16 – Qualité des réseaux d'égouttage Partie 1 – Rév. 1 – Annexe VI**

(Dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton – document -STC1CTS1/42/03 2023.11.21)

Version : v1 2040701

BRRC Francis Poelmans

<b>STC1</b> <b>CTS1</b>	
DOCUMENT	STC1CTS1/42/03 2023.11.21

## Kalkafzettingen in betonbuizen

• • • • •

## Dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton

# Dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton

---

## 1. Introduction

Lors des investigations par caméra des canalisations construites avec des tuyaux en béton, des dépôts de calcaire sont souvent mis en évidence. L'interprétation du risque éventuel que représentent ces dépôts donne parfois lieu à des débats inutiles. Ce texte a pour but d'aider à replacer ces dépôts de calcaire dans leur contexte.

## 2. Tuyaux en béton

Par tuyaux en béton, on entend les tuyaux fabriqués à base de béton (de ciment) non armé, armé ou renforcé en fibres et destinés à transporter les eaux de pluie, les eaux de surface ou les eaux usées sous l'influence de la gravité ou sous une légère surpression. Les exigences relatives à ces tuyaux sont définies 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 - Supplément national à la NBN EN 1916»

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

## 3. Investigation par caméra

L'investigation par caméra des canalisations est effectuée selon :

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

Lors d'une investigation conformément à la présente norme, les phénomènes identifiés dans la canalisation doivent être cités. Dans ce cadre, la norme fournit un certain nombre de codes pour des phénomènes récurrents bien précis. 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, le code BBB est prévu, avec plusieurs sous-codes, dont concrétion (A). Le code BBB A convient donc parfaitement pour désigner un dépôt de calcaire. Malheureusement, on attribue encore trop souvent aux dépôts de calcaire le code BBF, qui désigne différentes formes d'infiltration: suintement (A), goutte à goutte (B), écoulement (C) ou jaillissement (D). On interprète alors que les dépôts de calcaire identifiés doivent avoir été causés par des infiltrations. Mais l'inspecteur ne doit mentionner que ce qui peut être constaté au cours de l'investigation et non ce qui a pu ou n'a pas pu se produire auparavant ou ce qui peut éventuellement encore se produire. Si aucune infiltration n'est constatée lors de l'investigation par caméra, il ne faut pas la mentionner.

Si le dépôt s'accompagne effectivement d'une infiltration, il faut bien sûr le signaler, mais heureusement, ce n'est souvent pas le cas. Dans les canalisations récentes, on observe plus fréquemment des infiltrations légères avec un début de calcification, qui devraient être colmatées par une carbonatation supplémentaire dans un avenir proche. C'est ce qu'on appelle l'effet d'auto-étanchéité ou de cicatrisation du béton.

Il est essentiel de nommer correctement les phénomènes identifiés lors de l'investigation par caméra, car les suites à donner aux différentes constatations peuvent varier. Par exemple, un dépôt de calcaire découvert par investigation caméra avec ou sans infiltration nécessite un suivi complètement différent.

## 4. Formation de 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 composé exclusivement de matières solides. Il se caractérise par une structure poreuse complexe. L'absorption d'eau est une mesure utilisée pour indiquer la teneur en vides ouverts dans le béton (les pores en contact avec le monde extérieur). L'absorption d'eau indique le pourcentage pondéral d'eau que le béton peut contenir. L'absorption d'eau maximale admissible du béton des tuyaux en béton est de 6 % ou 7 % selon les circonstances, ce qui représente une teneur en vides de  $\pm 15$  %. Dans la pratique, l'absorption d'eau réelle est souvent inférieure de moitié à la limite autorisée, en particulier pour les tuyaux décoffrés immédiatement, la technique de production la plus courante en Belgique. Le diamètre des vides varie de quelques nanomètres à quelques millimètres (facteur 1/1 000 000). La porosité détermine un certain nombre d'autres paramètres qui jouent un rôle dans la formation des dépôts calcaires, tels que la résistance à la diffusion du CO<sub>2</sub> et la perméabilité ou l'étanchéité.

## 4.2 Ciment

Le ciment est un liant qui durcit au contact de l'eau. Il y a alors formation d'une roche cimentaire insoluble dans l'eau. Pour ces raisons, le ciment est appelé liant hydraulique.

Le principal composant du ciment est le clinker portland broyé. Le clinker Portland est un produit semi-fini constitué d'un type de nodules formés par le frittage et la trempe des matières premières appropriées dans des fours à ciment rotatifs. Ce clinker est réduit en poudre et mélangé à l'aide d'un régulateur de prise et éventuellement 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 réduit en poudre et du régulateur de prise avec l'eau produit deux produits principaux. D'une part, divers silicates de calcium hydratés (appelés CSH dans la chimie du ciment), les minéraux responsables de la liaison de la pâte de ciment et du développement de la résistance de la brique de ciment, sont formés. De la portlandite ou de l'hydroxyde de calcium ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ou CH dans la chimie du ciment) se forme également. La portlandite ne contribue pas directement au développement de la résistance de la pierre cimentaire.

La portlandite est une base forte. Pour le béton armé, cela est essentiel car la nature fortement alcaline ( $\text{pH} > 12$ ) de l'eau interstitielle du béton a pour effet d'empêcher la rouille de l'acier présent dans le béton.

La portlandite est présente en abondance dans les vides internes du béton à un point tel qu'elle n'est pas épuisée par la lixiviation. La portlandite peut toutefois réagir chimiquement.

La portlandite contenue dans l'eau interstitielle réagit notamment avec le gaz carbonique ou le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) de l'air qui pénètre dans le béton par les vides. La réaction entre l'hydroxyde de calcium ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) et le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) dans un environnement humide produit du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) - le calcaire. Ce processus est appelé la carbonatation.

Le carbonate de calcium produit par la carbonatation est peu soluble dans l'eau et se précipite. L'endroit exact où cette précipitation se produit dépend de nombreux paramètres, mais une grande partie de la précipitation a lieu dans la structure interne des vides et dans les microfissures du béton et n'est donc pas visible à l'œil nu. Cette précipitation n'est pas nocive en soi, elle a au contraire un effet bénéfique. La précipitation du calcaire est capable de refermer les microfissures et les zones légèrement plus poreuses du béton. Il est communément reconnu que les fissures stables et inactives avec une largeur allant jusqu'à  $\pm 0,2$  mm dans les zones non tirées du béton humide sont (re)fermées par la carbonatation sur une période de plusieurs semaines à plusieurs 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, une précipitation de calcaire peut se former à cette surface, entraînant la formation d'un voile de calcaire, également connu sous le nom d'efflorescence. L'efflorescence est tout à fait normale pour le béton et peut tout au plus poser un problème sur le plan esthétique, un aspect qui est d'ailleurs tout à fait mineur pour les tuyaux en béton.

La précipitation de calcaire à la surface du béton peut également se produire localement là où l'humidité sort du béton par évaporation, suintement, goutte à goutte ou écoulement. Cette précipitation locale en surface est également connue sous le nom de dépôt de calcaire. Ces dépôts ne sont pas non plus nocifs en soi, mais leur forme et leur aspect peuvent indiquer des infiltrations qui ont eu lieu par le passé, mais qui se sont arrêtées en raison de l'effet d'autocicatrisation. C'est la constatation de ces dépôts qui fait souvent débat.

Il convient de noter que les dépôts de calcaire dans les conduites avec 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 conduite. Ce type de précipitation de calcaire peut parfois être constaté dans les joints.

## 4.3 Étanchéité

Les normes NBN EN 1916 et NBN B 21-106 précisent, entre autres, les exigences relatives à l'étanchéité des tuyaux. Lors du contrôle de l'étanchéité des tuyaux en béton, on vérifie à la fois l'étanchéité de la paroi et celle du raccord de joint. Les conditions dans lesquelles l'étanchéité de la paroi des tuyaux en béton est évaluée sont importantes pour bien comprendre la cause des dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton.

L'étanchéité de la paroi du tuyau d'une épaisseur  $t < 125$  mm est évaluée conformément à la norme NBN EN 1916 en soumettant le tuyau à l'essai dit hydrostatique au cours duquel la paroi est exposée à une pression d'eau interne de 50 kPa ( $\pm 5$  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. La paroi des tuyaux d'une épaisseur  $t \geq 125$  mm est considérée comme étanche sans essai. La NBN B 21-106 décrit l'étanchéité accrue à démontrer, quelle que soit l'épaisseur de la paroi, à une pression interne de 100 kPa ( $\pm 10$  m de colonne d'eau) dans 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 les canalisations pour l'évacuation par gravité ou, si nécessaire, à pression limitée, des eaux de pluie, des eaux de surface ou des eaux usées. Les tuyaux qui répondent à l'étanchéité accrue peuvent être prescrits dans les zones de captage d'eau ou pour les conduites enterrées très profondément. Il est important de comprendre que l'essai hydrostatique est une évaluation conventionnelle où les conditions d'essai diffèrent de celles d'utilisation. Lors de l'essai, une pression interne est appliquée, mettant la paroi du tuyau sous tension, ce qui est en soi une condition sévère car toute fissure s'ouvrira. En réalité, la paroi de la canalisation est généralement soumise à la pression externe du sol et de l'eau, ce qui a pour effet de comprimer les fissures. Dans les conditions d'utilisation, un tuyau en béton sera soumis à la pression de l'eau pendant une durée beaucoup plus longue que celle indiquée dans l'essai. En outre, en raison des conditions ambiantes dans la canalisation (écoulement, humidité, etc.), les parois peuvent être humides pendant de longues périodes.

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 le test hydrostatique. Les conditions d'utilisation peuvent être telles que des dépôts de calcaire se produisent au fil du temps. Le contraire serait plus étonnant. Cela ne signifie pas pour autant que les tuyaux en béton présentant des dépôts de calcaire ne sont pas suffisamment étanches et ne conviennent donc pas à l'évacuation des eaux de pluie, de surface ou usées.

## 5. Conclusion

L'apparition de dépôts de calcaire sur la paroi des canalisations 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 soi. Si les dépôts calcaires peuvent témoigner d'infiltrations qui ont eu lieu à un moment donné, ils ne constituent pas en soi une preuve que de telles infiltrations ont toujours lieu, ni une indication que des infiltrations auront lieu à l'avenir. En raison du comportement d'autoréparation du béton, lorsque des dépôts de calcaire apparaissent dans la structure poreuse du béton ou dans des microfissures, toute infiltration antérieure peut déjà avoir été stoppée.

Seuls les dépôts de calcaire associés en permanence à des fuites goutte à goutte, par 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.

# Dépôts de calcaire dans les tuyaux en béton

---

## 1. Introduction

Les investigations 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. Investigation par caméra

L'investigation 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'investigation visuelle'

Lors d'une investigation 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'investigation 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'investigation 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'investigation par caméra est cruciale, car les suites à donner aux différentes observations peuvent être très différentes. Ainsi, l'observation par investigation 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  $\pm 15$  %. 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 CO<sub>2</sub> 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 produit semi-manufacturé 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 ( $\text{CO}_2$ ) 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  $\text{CO}_2$  en milieu humide produit du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ), 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, suintement, 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 ( $\pm 5$  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 ( $\pm 10$  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.