



Waterdichtheid van ondergrondse betonconstructies

– Étanchéité des constructions enterrées en béton

avec une finition intérieure sensible à l'humidité



Geert Hoste – PHACTS expertises

WTCB-CSTC

adjunct afdelingshoofd Afdeling Technisch Advies

gedurende 13 jaar

Expert Bouwschade

Crawford - Mc Larens - Phacts

gedurende 18 jaar



Geert Hoste - PHACTS - 0474.95.27.54





Voorgevel (O) met vijver ervoor
(verdiepingen -0,5 en +0,5)



Achtergevel (W)
(verdiepingen -0,5 en +0,5)





Geert Hoste - PHACTS - 0474.95.27.54

het lastenboek vermeldt : “WATERDICHTTE BETONNEN KUIP”

VRAAG : wanneer is een betonnen kuip “waterdicht” ???

- Quid natte plekken ?
 - Bij cementering nog niet zo erg
 - Bij gipsbepleistering wel erg
- Quid beperkt lekdebiet ?
 - Bij een kelder, garage, ... niet steeds een probleem
 - Quid lekdebiet ?
- Quid dampdichtheid ?
 - Geen probleem bij onafgewerkt beton
 - Wel een probleem bij geschilderde muren (loskomen schilderwerk), bij behang (losduwen), bij vochtgevoelige vloeren (parket, tapijt, ...)

Wanneer is een kelder waterdicht ????

An aerial photograph of a flooded area, likely a city street or industrial site. The water is dark and rippled. A white, hand-drawn outline on the water indicates the shape of a building or a specific structure. The text is overlaid on the top half of the image.

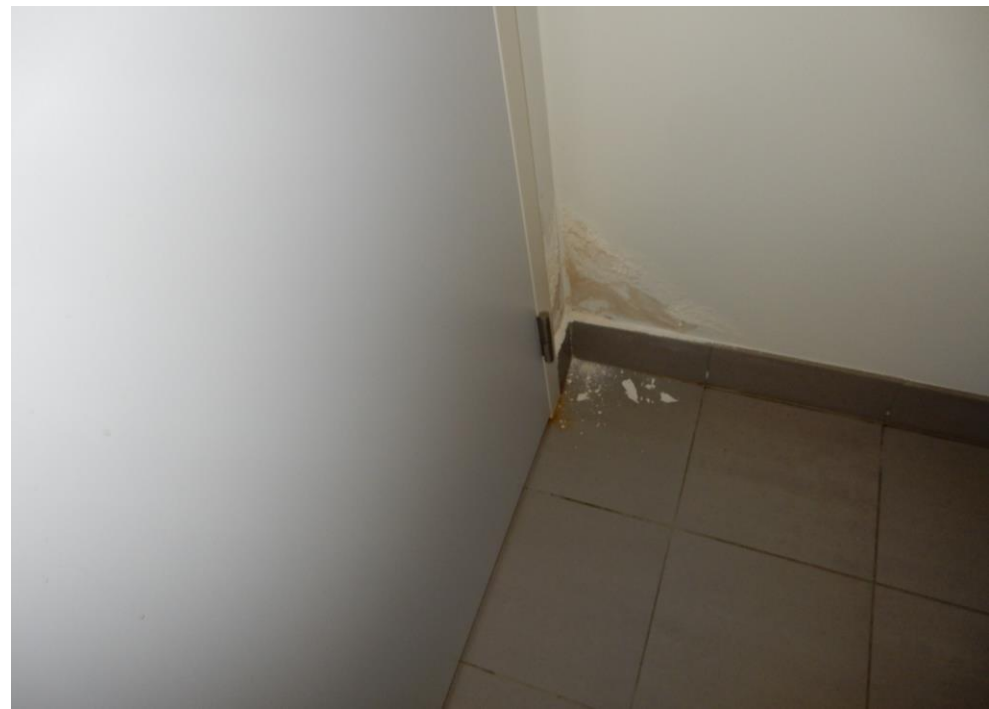
Een auto is waterdicht ... tot dat hij in het water belandt ...

Wanneer is een kelder “waterdicht” ????



Noodzaak van **OBJECTIEVE CRITERIA** !















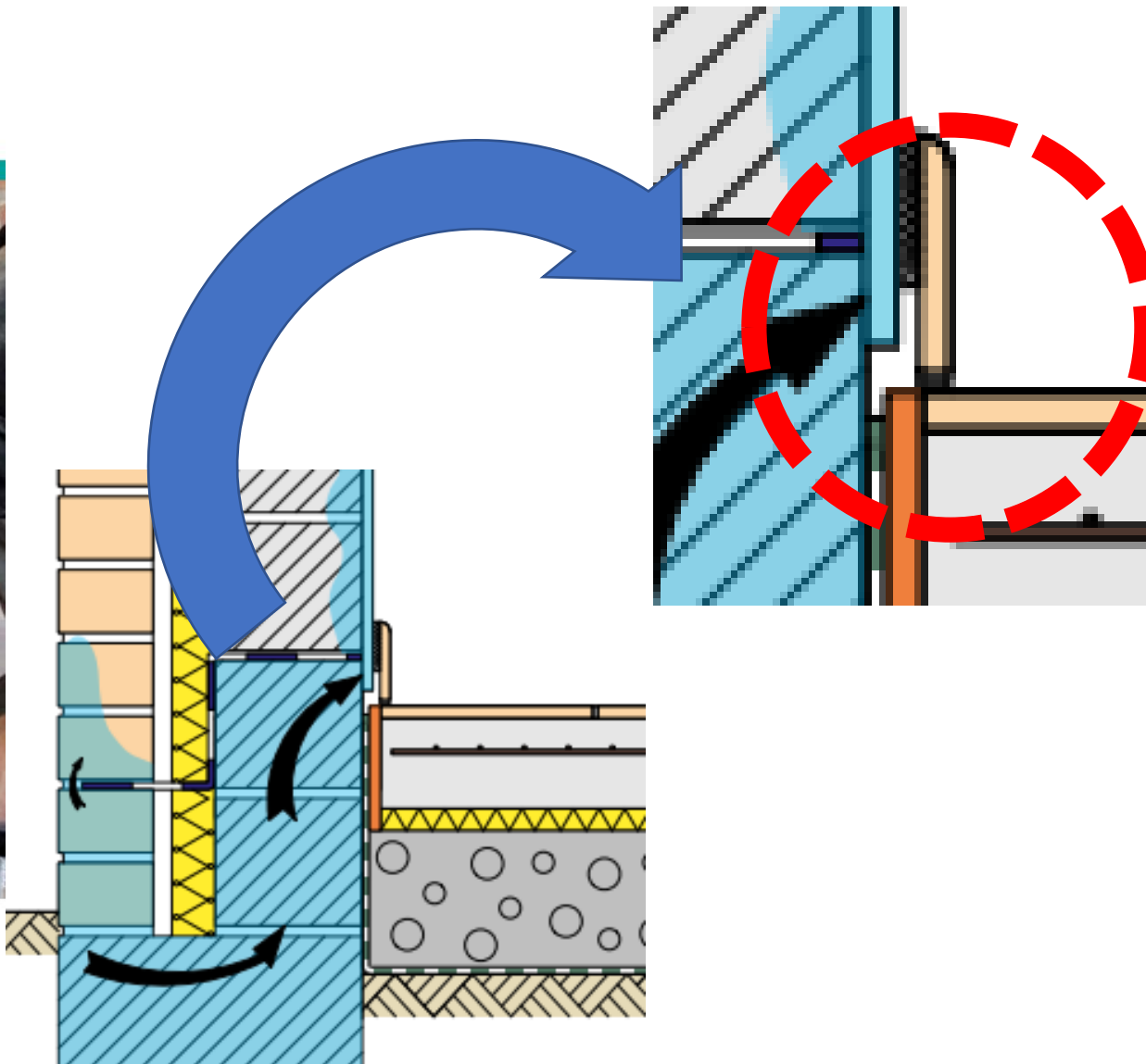


Geert Hoste - PHACTS - 0474.95.27.54





L'humidité dans les constructions
Particularités de l'humidité ascensionnelle
(remplace la NIT 210)



RICHTLIJNEN

Het WTCB heeft de problematiek in diverse publicaties regelmatig beschreven, onder meer in **WTCB-CONTACT 14 dd. 2007** “*Dichtheid van ingegraven constructies uit gewapend beton*”, en we hernemen daaruit de volgende essentie :



Reeds van bij het ontwerp moet de beoogde dichtheidsklasse bepaald worden :

Dans les nouvelles constructions, les espaces enterrés sont de plus en plus souvent aménagés en garage, en cave ou en locaux habitables dotés de finitions sensibles à l'humidité. Le présent article fait le point sur les systèmes de protection envisageables et plus particulièrement sur l'étanchéité offerte par des constructions enterrées en béton armé.

✍ P. Montariol, ing., conseiller principal, division 'Avis techniques', CSTC
W. Van de Sande, ing., chef du département 'Avis techniques et Consultance', CSTC
B. Parmentier, ir., chef adjoint de la division 'Géotechnique et Structures', CSTC

1 INTRODUCTION

Lorsqu'on est confronté à des ouvrages en contact avec le sol, il y a lieu d'accorder une attention particulière à leur protection contre l'humidité. La destination et la finition intérieure des locaux enterrés doivent être clairement définies afin que l'on puisse prévoir une protection adaptée, tant lors de leur conception que lors de leur réalisation. La conception ne sera donc pas identique pour un garage enterré ou une cave traditionnelle que pour un espace aménagé (bureau, cabinet médical, ...) dont les parachèvements intérieurs sont immanqua-

Etanchéité des constructions enterrées en béton armé

blement sensibles à l'humidité. Le tableau 1 fournit un aperçu des systèmes de protection des constructions enterrées envisageables selon les situations.

Le présent article a pour but de clarifier la situation en matière d'étanchéité à l'eau des constructions enterrées en béton armé coulé sur place ou constituées d'éléments préfabriqués en béton, et ce en tenant compte des prescriptions de l'Eurocode 2 (NBN EN 1992-3).

2 CLASSES D'ÉTANCHÉITÉ

Pour couvrir les différents domaines d'application, la norme NBN EN 1992-3 définit quatre classes d'étanchéité (cf. tableau 2, p. 10).

Etant donné l'impact important qu'elle exerce sur la conception ultérieure et le dimensionnement, le concepteur doit toujours déterminer préalablement la classe d'étanchéité d'une construction enterrée.

La classe d'étanchéité 0 porte sur du béton armé simple et ne peut être retenue qu'au cas où l'eau qui s'infiltrerait inévitablement n'entraîne aucune gêne ou si elle peut être canalisée ou évacuée. Si l'on considère que, pour la classe 1, on assistera vraisemblablement à une autocalcitratisation des fissures traversantes (par colmatage progressif), la classe d'étanchéité 2 n'autorise par contre aucune fissure traversante, sauf si des mesures particulières ont été prises. La classe d'étanchéité 3, pour laquelle aucune fuite n'est admise, est généralement atteinte au moyen de béton précontraint.

3 CAUSES DES PERCOLATIONS D'EAU AU TRAVERS D'UNE STRUCTURE EN BÉTON ARMÉ

Bien qu'il soit fréquemment fait usage de béton armé comme matériau de base pour l'exécution de structures étanches, il est cependant primordial de considérer que ce type de constructions nécessite non seulement un

In nieuwe constructies worden de ingegraven ruimten steeds vaker ingericht als garage of als kelder, evenals tot leefruimten, voorzien van een vochtgevoelige afwerking. Dit artikel geeft een overzicht van de mogelijke beschermingssystemen, en dan vooral van de dichtheid die kan geboden worden door ingegraven constructies uit gewapend beton.

✍ P. Montariol, ing., hoofdadviser, afdeling 'Technisch advies', WTCB
W. Van de Sande, ing., departementshoofd, departement 'Technisch advies en Consultancy', WTCB
B. Parmentier, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling 'Geotechniek en Structuren', WTCB

1 INLEIDING

Bij bouwwerken in contact met de grond dient men bijzondere aandacht te besteden aan de bescherming ervan tegen vocht. De bestemming en de binnenafwerking van de ingegraven ruimten moeten duidelijk gedefinieerd zijn opdat men een geschikte bescherming zou kunnen voorzien, en dit zowel tijdens het ontwerp als tijdens de uitvoering. Het ontwerp van een ingegraven garage of een traditionele kelder zal dus niet hetzelfde zijn als dat van een ingerichte ruimte (kantoor, medisch kabinet, ...), waarvan de binnenafwerking onver-

Dichtheid van ingegraven constructies uit gewapend beton

middelmatig gevoelig zal zijn voor vocht. Tabel 1 geeft een overzicht van de mogelijke beschermingssystemen voor ingegraven constructies, afhankelijk van de situatie.

In dit artikel zullen we trachten de situatie voor de waterdichtheid van ingegraven constructies uit ter plaatse gestort gewapend beton of uit geprefabriceerde betonelementen te verduidelijken, rekening houdend met de voorschriften uit Eurocode 2 (NBN EN 1992-3).

2 DICHTHEIDSKLASSEN

Om de verschillende toepassingsdomeinen te bestrijken, definieert de norm NBN EN 1992-3 vier dichtheidsklassen (zie tabel 2, p. 10).

Vermits deze een belangrijke weerslag heeft op de verdere opvatting en dimensionering, dient de ontwerper steeds vooraf de dichtheidsklasse van de ingegraven constructie te bepalen.

De dichtheidsklasse 0 heeft betrekking op gewoon gewapend beton en kan slechts weerhouden worden indien het onvermijdelijk infiltrerende water geen hinder teweegbrengt of kan gekanaliseerd of afgevoerd worden. Terwijl men er voor de klasse 1 vanuit kan gaan dat de doorgaande scheuren zelfherstellend zijn (door progressief dichtslibben), zijn dergelijke scheuren in dichtheidsklasse 2 niet toegelaten, tenzij er specifieke maatregelen getroffen werden. De dichtheidsklasse 3, waarvoor geen enkele lekkage toegelaten is, wordt doorgaans bereikt door middel van voorgespannen beton.

3 OORZAKEN VAN VOCHTINSIJPELING DOORHEEN EEN CONSTRUCTIE UIT GEWAPEND BETON

Hoewel gewapend beton vaak gebruikt wordt als basismateriaal voor de uitvoering van vloestofdichte constructies, moet men zich er toch rekenschap van geven dat dergelijke constructies niet alleen een vloestofdicht

In geval van een tijdelijke en permanente grondwaterdruk en een vochtgevoelige binnenafwerking, is een soepele bekuijing vereist :

Tableau 1 Systèmes envisageables pour protéger les constructions enterrées contre les infiltrations d'eau.

Paramètres à contrôler				Système de protection envisageable
Reconnais- sance du sol	Perméabilité du sol	Inclinaison du terrain autour du bâtiment	Finition inté- rieure sensible à l'humidité (*)	
Le niveau de la nappe phréatique se situe en permanence sous le plan- cher de la cave	Elevée (sol sablonneux sur une hauteur empêchant tout risque de pression d'eau sur la paroi - situation très rarement rencontrée dans la pratique)	A partir du bâti- ment	Non (voir a)	Enduit au ciment du côté extérieur + émulsion bitumineuse (a)
		Horizontale ou vers le bâtiment	Non (voir c)	
	Faible (sol argileux sur toute la hauteur de la cave ou sur une partie de celle-ci)	A partir du bâti- ment	Non (voir c)	Enduit au ciment du côté extérieur + sys- tème de drainage horizontal et vertical (c)
			Oui (voir e)	
		Horizontale ou vers le bâtiment	Non (voir c)	Cuvelage souple (*) (e)
			Oui (voir e)	
Le niveau de la nappe phréatique se situe (temporairement) au-dessus du niveau de la cave			Non (voir d)	Cuvelage souple (*) (e)
			Oui (voir e)	

- (1) Les lettres entre parenthèses renvoient à la protection minimale qu'il y a lieu de prévoir. Il est évident que toute classe de protection plus performante est autorisée pour une sollicitation donnée. Les performances du système sont croissantes de la lettre 'a' à la lettre 'd'.
- (2) Il s'agit d'un enduit en deux couches minimum qui reste continuellement visible afin de permettre des réparations (rendues nécessaires en raison d'un retrait, de tassements, ... inévitables). Le liant peut être à base de ciment ou de résines. Le support doit être sain et posséder une résistance mécanique suffisante.
- (3) Dans certains cas, lorsque la cave se situe en permanence au-dessus du niveau de la nappe phréatique et qu'il n'y a pas de pression d'eau, on peut se contenter de prévoir une membrane qui empêche le transport d'humidité (par capillarité ou diffusion) tout en prenant des dispositions pour que celle-ci ne soit pas dégradée lors des travaux ultérieurs.
- (4) Il convient dans ce cas d'utiliser des membranes étanches à l'eau et à la vapeur (p. ex. à joints soudés). Celles-ci peuvent être appliquées du côté extérieur contre la structure à rendre étanche à l'eau, puis être protégées de toute dégradation due à l'apport de terres. Elles peuvent également être mises en œuvre du côté intérieur, la structure à rendre étanche à l'eau étant réalisée ultérieurement.

Tabel 1 Mogelijke systemen ter bescherming van ingegraven constructies tegen waterinfiltraties.

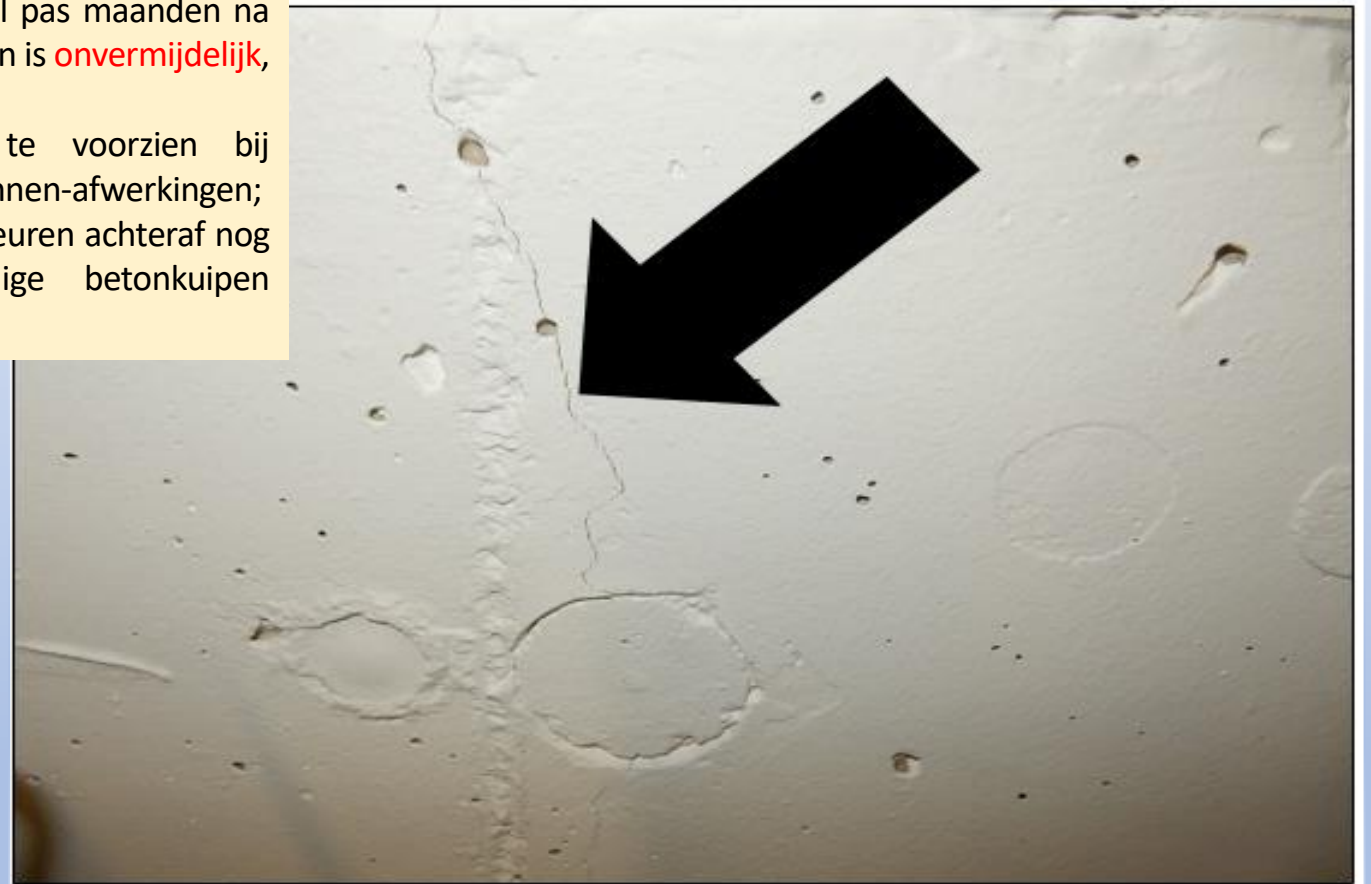
Te controleren parameters				Mogelijk beschermingssysteem
Bodemonderzoek	Permeabiliteit van de bodem	Helling van het terrein rondom het gebouw	Vochtgevoelige binnenafwerking (*)	
Het niveau van het grondwater is permanent lager dan de keldervloer	Goed (zandig over een zodanige hoogte dat elk risico op waterdruk op de wand uitgesloten is - deze situatie treft men in de praktijk zelden aan)	Van het gebouw weg	Neen (zie a) Ja (zie b)	Cementering aan de buitenzijde + bitumenemulsie (a)
		Horizontaal of naar het gebouw toe	Neen (zie c) Ja (zie b)	
	Gering (kleinachtig over de volledige of gedeeltelijke hoogte van de kelder)	Van het gebouw weg	Neen (zie c) Ja (zie e)	Cementering aan de buitenzijde + horizontaal en verticaal draineersysteem (c)
		Horizontaal of naar het gebouw toe	Neen (zie c) Ja (zie e)	
Het niveau van het grondwater is (tijdelijk) hoger dan de keldervloer			Neen (zie d)	Soepele bekuijing (*) (e)
			Ja (zie e)	

- (1) De letters tussen haakjes verwijzen naar de minimale bescherming die men dient te voorzien. Het spreekt voor zich dat gunstigere beschermingsklassen voor de betreffende belasting ook toegestaan zijn. Van a naar d gaan de prestaties van het systeem in stijgende lijn.
- (2) Het gaat om een minimum tweelaagse bepleistering die blijvend zichtbaar is om herstellingen (tengevolge van de onvermijdelijke krimp, zettingen, ...) toe te laten. Het bindmiddel kan zowel cement- als harsgebonden zijn. De ondergrond moet zuiver zijn en een voldoende mechanische sterkte hebben.
- (3) In sommige gevallen, waarbij de kelder permanent hoger ligt dan het niveau van het grondwater en er geen waterdruk is, kan het volstaan een membraan te voorzien dat het vochttransport (door capillariteit of diffusie) tegengaat. Er moeten dan wel maatregelen getroffen worden om te vermijden dat dit membraan zou beschadigd worden door de latere werkzaamheden.
- (4) In dit geval dient men water- en dampdichte membranen te gebruiken (bv. met gelaste naden). Deze kunnen langs buiten aangebracht worden tegen de waterdicht te maken constructie en vervolgens beschermd tegen beschadigingen tengevolge van het aansaarden. Ze kunnen eveneens langs binnen aangebracht worden, waarna de waterdicht te maken constructie wordt uitgevoerd.

Bij gemis van een door het WTCB voorgeschreven soepele bekuijing, moet er bij de toepassing van een enkelwandige betonkuip worden rekening gehouden met een verhoogde kans op water-infiltraties, veelal via gebeurlijke **krimpscheuren**.

Al dan niet watervoerende krimpscheuren ontstaan veelal pas maanden na de ingebruikname van het gebouw, en het verschijnen ervan is **onvermijdelijk**, reden waarom het WTCB adviseert om :

- veiligheidshalve toch een **soepele bekuijing** te voorzien bij grondwaterdruk in combinatie met vochtgevoelige binnen-afwerkingen;
- desgevallend de mogelijkheid te voorzien om de scheuren achteraf nog te **injecteren**, bij toepassing van enkelwandige betonkuipen (parkeergarages, ...).



Krimpscheur, ontstaan na de afwerking (schilderen) van de kelderwanden

PREVENTIE

Een soepele bekuijing (= water- en dampdichte membranen, genre dakafdichtingen) zoals voorgeschreven door het WTCB, vereist bij nieuwbouw :

- vooreerst de realisatie van een betonnen kuip;
- vervolgens het aanbrengen van de soepele bekuijing (continu over wanden en vloeren);
- tot slot de realisatie van een 2^{de} betonnen kuip, ter mechanische bescherming van deze soepele bekuijing.

Het hoeft niet gezegd, dat een dergelijke aanpak in een vroegtijdig stadium van het ontwerp moet bepaald worden, en wel om de volgende redenen :

- compleet andere uitvoeringsmethodiek;
- volledig gewijzigde organisatorische aanpak;
- langere uitvoeringstermijn;
- impact op de grootte van de lokalen;
- impact op diverse detailleringen;
- heel beduidend hogere bouwkosten;
- ...

- **Van bij het ontwerp** van een enkelwandige betonkuip, is er – naarmate de tijd vordert - derhalve geen weg meer terug, behoudens mits een gedwongen – met alle juridische consequenties van dien - stil leggen der werken, het opmaken van een nieuw ontwerp, het organiseren van een nieuwe prijsvraag, ...
- Vandaar ook dat we van oordeel zijn dat het hier **in eerste instantie een 100% conceptuele problematiek betreft, MAAR ...**, de aannemers dreigen ook niet vrijuit te gaan ...
- Dergelijke discussies verlopen dikwijls via de rechtbank, waarbij de gerechtsdeskundige – al dan niet ervaren – naar eigen inschatting (perceptie, ...) kan oordelen dat er sprake is van gedeelde verantwoordelijkheden tussen **ONTWERPER** en **UITVOERDER**, van uitgestelde bouwkosten ten laste van de **BOUWHEER**, ...

Mieux vaut **prévenir** que **guérir** est le principe de base

~~de la médecine traditionnelle chinoise~~



de la construction