

Beton in de Belgische architectuur (1945 - 1970) (1)

GUSTAVE MAGNEL: PIONIER VAN HET VOORGESPANNEN BETON

dr.ir. S. Van de Voorde, prof.dr.ir. R. De Meyer en prof. dr.ir. L. Taerwe, Universiteit Gent*)

In 1912 behaalde Gustave Magnel (1889-1955, foto 2) het diploma burgerlijk bouwkundig ingenieur aan de Gentse Universiteit. In 1914 onderbrak hij noodgedwongen zijn assistentschap aan de universiteit en week tijdelijk uit naar Londen, waar hij als ingenieur en later hoofdingenieur werkzaam was bij D.G. Somerville & Co. Contractor Company. In 1919 nam Magnel zijn academische loopbaan weer op. Op een moment dat in het onderwijs slechts weinig aandacht werd besteed aan gewapend beton, richtte Magnel de eerste vrije cursus hierover in: Pratique du calcul du béton armé.

Zijn leeropdracht zou herhaaldelijk worden uitgebreid, onder meer met de cursus Stabilité des Constructions. Magnel hechtte veel belang aan de overdracht van praktische kennis en eenvoudige formules, zoals blijkt uit het voorwoord van zijn eerste boek: "Il importe donc de mettre entre les mains des étudiants un livre exposant une série de méthodes rapides pour la résolution des problèmes courants qui, autrement, nécessite de longs calculs qui n'apprennent d'ailleurs rien" [1].

Magnel legde ook zeer sterk de nadruk op het belang van empirisch wetenschappelijk onderzoek, waarvan de resultaten meteen konden worden ingezet in het onderwijs. De gedrevenheid waarmee hij zich inzette voor de oprichting (in 1926) en verdere uitbouw van

Beton in de Belgische architectuur (1945 - 1970)

Het gebruik van gewapend beton kende gedurende de twintigste eeuw een sterke evolutie. Veel innovaties in gewapend beton speelden zich af in België. De Fransman François Hennebique, die wordt beschouwd als dé uitvinder van gewapend

beton, deed zijn eerste ervaring met het gebruik van beton op als aannemer aan de Belgische kust en in Kortrijk. Nadien bouwde hij vanuit Brussel een wereldwijd netwerk van concessiehouders uit, die werkten volgens het gepatenteerde 'système

1 | Voetgangersbrug

'Mativa' over de Ourthe met een overspanning van 55 m, gerealiseerd door François Hennebique naar aanleiding van de Wereldtentoonstelling in Luik in 1905.

bron: Gwenaël Delhumeau et al., *Le béton en représentation. La mémoire photographique de l'entreprise Hennebique 1890-1930*, Parijs, Hazan: Institut Français d'Architecture, 1993, blz. 26



het Laboratorium voor Gewapend Beton, maakte dat het al snel het meest vooruitstrevende betonlaboratorium werd en internationale erkenning verwierf. In 1939 werd een nummer van het door Hennebique opgerichte tijdschrift *Le Béton armé* gewijd aan het Gentse laboratorium, waarin de voorliefde van Magnel voor experimenteel onderzoek – die we ook bij Hennebique terugvinden – wordt geprezen [2]. Op dat moment had Magnel zich ook toegelegd op een nieuwe passie: sinds 1937 voerde hij onderzoek uit naar voorgespannen beton [3]. De resultaten van deze studies vormen ongetwijfeld de belangrijkste bijdrage van Magnel op het gebied van de betontechniek [4].

Voorgespannen beton

De uitvinding van voorgespannen beton wordt toegeschreven aan de Franse ingenieur Eugène Freyssinet (1879-1962). De eigenschappen en voorschriften die Freyssinet samen met Jean Scailles neerschreef in het patent van 1928 maakten dat het idee van voorspanning realiteit werd. Maar pas in de tweede helft van de jaren '30 en vooral in de jaren '40 eiste het nieuwe mate-



riaal de aandacht op van vele betoningenieurs [5]. Samen met Freyssinet werd Magnel de belangrijkste promotor van voorgespannen beton.

2 | Professor Gustave Magnel [2]

*) Deze tekst sluit aan bij een lopend doctoraatsonderzoek 'Innoverende en Experimentele Betonconstructies in de Belgische Architectuur (1890-2000)' door Stephanie Van de Voorde. Het onderzoek wordt uitgevoerd aan de Vakgroep Architectuur & Stedenbouw, Universiteit Gent. Prof.dr.ir. Ronald De Meyer is promotor en prof.dr.ir. Luc Taerwe, Emiel De Kooning en Rik Van de Walle zijn copromotoren. Zie ook www.architectuur.ugent.be/beton.

Hennebique'. De elegante structuur van de voetgangersbrug Mativa (foto 1), gerealiseerd naar aanleiding van de Wereldtentoonstelling in Luik in 1905, herinnert nog steeds aan de stoutmoedigheid die Hennebique aan de dag legde om het grote publiek te overtuigen van de eigenschappen en mogelijkheden die het nieuwe materiaal bood.

Wanneer rond de eeuwwisseling voor een eerste maal een systematische studie werd opgesteld van de wetenschap, techniek en uitvoering van gewapend beton, gebeurde ook dit in België: Paul Christophe, afgestudeerd als burgerlijk bouwkundig ingenieur aan de Gentse Rijksuniversiteit, bracht in 1902 het compendium *Le béton armé et ses applications* uit, dat lange tijd geldig bleef als het meest volledige en praktisch toepasbare handboek over beton in de architectuur.

De volgende decennia groeide de wetenschappelijke kennis over gewapend beton gestaag, onder meer door de oprichting van universitaire laboratoria. Steeds meer ingenieurs en hoogleraren legden zich toe op de constructieve eigenschappen van het materiaal. De resultaten werden in 1930 samengebracht op het Eerste Internationaal Congres van Gewapend Beton. Het congres werd gehouden in Luik en vooraan-

staande ingenieurs uit verschillende Europese landen zoals Franz Dischinger, Fritz von Emperger, Eugène Freyssinet, Robert Maillart en Johannes Duiker stelden er 'the state of the art' voor. Ook enkele Belgische ingenieurs maakten hun opwachting: Paul Christophe, Louis Baes en Gustave Magnel. Sindsdien volgden de ontwikkelingen elkaar steeds sneller op.

In een reeks van vier artikelen wordt dieper ingegaan op enkele markante, naoorlogse innovaties op het gebied van betontechniek en de toepassing ervan in de architectuur: het pionierswerk van de Gentse professor Gustave Magnel op gebied van voorgespannen beton, de uitvinding van de Preflex-ligger als nieuw hoogwaardig constructie-element in staal en beton door Abraham Lipski, de toepassing van schokbeton en architectonisch beton en tot slot de bijdrage van André Paduart aan de ontwikkeling en verspreiding van dunne schaalconstructies in beton. Naast de theoretische aspecten en omstandigheden die aan de grondslag lagen van deze ontwikkelingen, worden de meest opmerkelijke toepassingen in de Belgische architectuur belicht. Deze reeks geeft een overzichtelijk beeld van de invloed van de betontechniek op de Belgische architectuur tijdens de naoorlogse periode.

3 | De Boekentoren van de Gentse Universiteit, 64 m hoog en goed voor twee miljoen boeken [8]

foto: E. Sergeyls



4 | Maquette van wat Magnels blikvanger op Expo 58 had moeten worden: de Toren der Televerbindingen. De maquette werd gemaakt naar aanleiding van een bezoek van koning Leopold III aan de Gentse Universiteit. Nog tot 14 september is de maquette de eye-catcher van de tentoonstelling 'Moderne architectuur op Expo 58' in cultuurcentrum Lamot in Mechelen.

Magnel beschouwde Freyssinet als een groot vernieuwer en briljant ingenieur, maar deze waardering belette hem niet zijn eigen ideeën – voornamelijk met betrekking tot uitwendige voorspankabels – te ontwikkelen. Magnel probeerde de onvolmaaktheden van de nog jonge techniek te verhelpen en wanneer het tijdens de Tweede Wereldoorlog onmogelijk werd contact te houden met de buitenwereld, ontwikkelde hij een eigen voorspanstelsysteem [6]. Dit 'Belgische' systeem, gekenmerkt door voorspanning van de draden per twee en door de verankering van de draden met 'sandwichplaten', werd onder de naam 'Blaton-Magnel' op de markt gebracht door de Brusselse aannemersfirma Blaton-Aubert.

Magnel maakte als productief schrijver en pedagoog het idee, de theorie en de techniek van voorgespannen beton toegankelijk voor het hele beroepsveld. In 1948 publiceerde hij het eerste standaardwerk met betrekking tot voorgespannen beton, 'Le béton précontraint'. Het boek werd al snel een onmisbaar studie- en hulpmiddel voor vele ingenieurs. Vrijwel meteen werd het boek vertaald naar het Engels, Spaans en Russisch zodat de techniek zich over heel de wereld verspreidde.



Torens

De gedrevenheid waarmee Magnel zich inzette om de technische superioriteit van het voorgespannen beton aan te tonen, wordt treffend geïllustreerd door de Toren der Televerbindingen (foto 3), een project dat hij uitwerkte op het einde van zijn leven [7]. Vrijwel meteen nadat bekend raakte dat in 1958 in Brussel een wereldtentoonstelling zou worden georganiseerd, ontwierp Magnel een toren in voorgespannen beton als blikvanger voor Expo 58, eerst 475 m en nadien zelfs 635 m hoog! De antennes op de top van de toren zouden België op het vlak van de televerbindingen volledig bestrijken. Een tijd lang leek het ook alsof de toren zou worden gerealiseerd. Vooral minister Anseele jr. – een oudstudent van Magnel – betoonde zich een groot voorstander van het project. Het principiële besluit om over te gaan tot de bouw van de toren werd genomen in januari 1955 en op 15 maart zouden de werken van start gaan. Al gauw echter bracht het project heel wat controverse teweeg, over de technische haalbaarheid, over de wenselijkheid en over het architectonische aspect van de toren. Dit laatste was voor Magnel van ondergeschikt belang, maar kon niet zomaar aan de kant worden geschoven: de Antwerpse architect Léon Stynen, toenmalig directeur van de modernistische architectuurschool La Cambre, werd ingeschakeld. Maar, zoals een journalist van De Standaard opmerkte, Stynen “was er de man niet naar om aan hun project zonder meer een esthetisch getuigschrift af te leveren.” Stynen oordeelde uiteindelijk dat het project esthetisch onverdedigbaar was. Bijgestaan door ingenieurs

Paduart en Schmidt diende Stynen een tegenvoorstel in van een transparante toren. Magnel bleef zich echter onverstoord inzetten om ‘zijn’ toren alsnog gerealiseerd te zien. Mede door zijn plotse overlijden en allerlei politieke en technische polemieken werd niet de Magneltoren, maar het Atomium uiteindelijk de ‘eye catcher’ van Expo 58. Twintig jaar eerder had Magnel een gelijkaardig, maar minder ambitieus project voor een betonnen toren wel kunnen realiseren. Toen hij in 1933 samen met architect Henry van de Velde werd aangesteld om een nieuwe universiteitsbibliotheek te bouwen in Gent (foto 4), ontwierpen ze een toren in schoon beton [8]. De ‘Boekentoren’ werd opgetrokken met herbruikbare, verdiepingshoge bekistingssystemen, die aldus één van de eerste klimbekistingssystemen vormden. De relatief beperkte ervaring met schoon beton op dergelijke schaal in die periode maakte dat de uitvoering niet altijd perfect was. Door vochtproblemen verdwenen het betonnen oppervlak en de stortvoegen, die getuigden van het unieke constructieprocedé in de loop van de jaren 1970, achter een bepleistering.

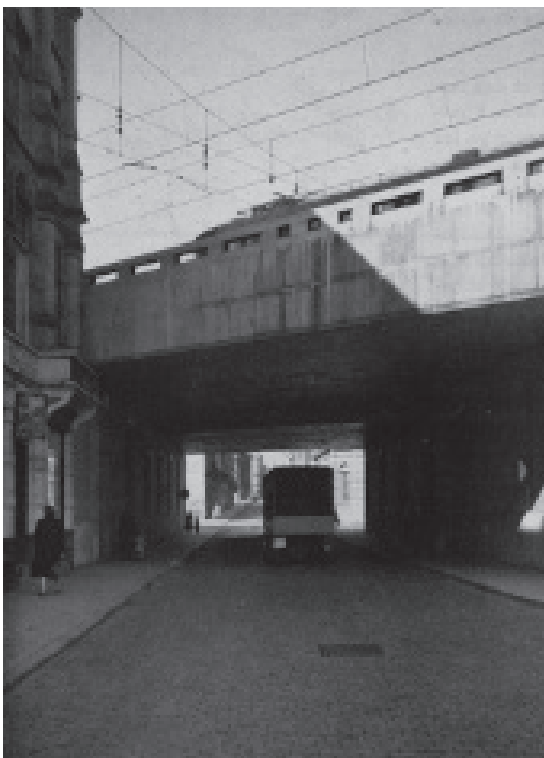
Bruggen

De meest opmerkelijke of voornaamste ontwerpactiviteit van vele befaamde ingenieurs wordt niet alleen door torenprojecten maar evenzeer door bruggen of kunstwerken uitgemaakt; zo ook bij Magnel. Drie baanbrekende toepassingen illustreren zijn voortrekkersrol. Het eerste, vroege voorbeeld is de brug over de Spiegelstraat in Brussel, de eerste spoorwegbrug ter wereld in voorgespannen beton

5 | Spoorwegbrug over de Spiegelstraat in Brussel (1943-1944) [15]

6 | Brug te Sclayn (1948-1949) [11]

foto: Pinon



7 | Walnut Lane Bridge in Philadelphia (1949-1951) is de eerste brug in Amerika die, naar ontwerp van Magnel, gerealiseerd werd in voorgespannen beton [14]



(1943-1944, foto 5). Opzienbarend is niet zozeer de overspanning van deze schuine brug (20 m is, althans naar huidige normen, relatief beperkt) maar het experimentele karakter van het project. Het brugdek werd verdeeld in zes afzonderlijke, statisch bepaalde brugdekken die elk volgens een ander constructieprocedé werden gerealiseerd. De vergelijking naar constructief gedrag (aan de hand van statische en dynamische belastingsproeven), kostprijs en constructiehoogte viel uit in het voordeel van voorgespannen beton ten opzichte van staal en gewapend beton [9].

Een volgende belangrijke stap werd gezet met de eerste statisch onbepaalde brugconstructie in Sclayn, met een totale spanwijdte van bijna 130 m. Alexandre Birguer was de ontwerper van dit project. De wedstrijdvraag, uitgeschreven door de Administratie van Bruggen en Wegen in 1948, beantwoordde hij met een zeer elegante en gedurfde oplossing in voorgespannen beton (foto 6). Blaton-Aubert stond in voor de uitvoering van de brug [10].

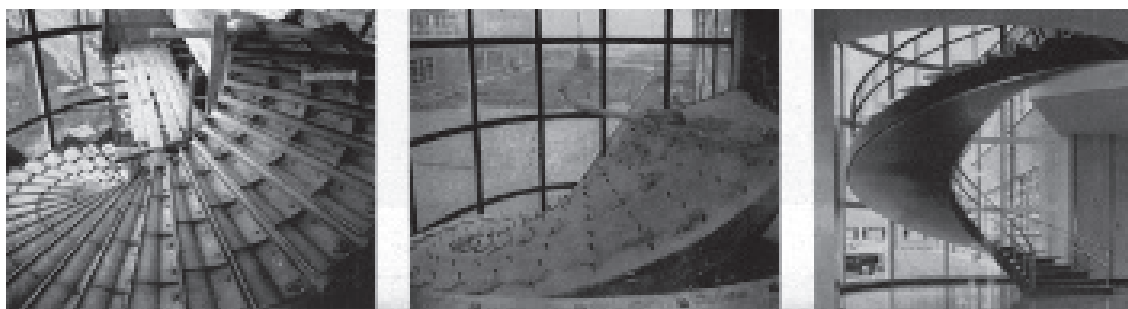
Het idee om de constructie op te vatten als een

onderzoekslaboratorium was afkomstig van Magnel: mangaten in het brugdek gaven toegang tot de interne, holle structuur van de brug en aan de hand van 'getuigekabels' kon het gedrag van de voorspanndraden onder invloed van kruip worden geverifieerd. De proefresultaten demonstreerden de validiteit van de berekeningsmethodes van Magnel en gaven de talrijke ingenieurs uit Europa, Amerika, Australië en India die de brug bezochten, vertrouwen in de techniek [11].

Eind jaren '40 was voorgespannen beton in Amerika nauwelijks bekend. Door studiereizen en lezingen, maar vooral door de bouw van de Walnut Lane Bridge in Philadelphia (foto 7, 1949-1951), heeft Magnel een uitzonderlijke impact gehad op de introductie van de techniek in Amerika [12]. Het gebruik van voorgespannen beton werd pas mogelijk nadat bleek dat het alternatief ontwerp van Magnel een besparing van ongeveer 30% zou opleveren en nadat ook de 'Art Jury' kon worden overtuigd van de kwaliteiten van zijn ontwerp: "it became possible because its

8 | Helicoïdale trap in de showroom van General Motors in Antwerpen (1951)

bron: J. Eelens, Twee nieuwe administratieve gebouwen in het Antwerpse. Arch. V. Cols en J. Deroeck, De ingenieur-architect, 1953, nr. 15



appearance was pleasing enough to permit it to be economical" [13]. De brug werd opgebouwd met statisch bepaalde liggers in voorgespannen beton; het centrale gedeelte had een overspanning van 47 m. Aangezien Amerikaanse ingenieurs weinig ontvankelijk waren voor de nieuwe techniek, werden proeven ondernomen waarbij een bijkomende ligger op de site in de aanwezigheid van talrijke prominenten tot breuk werd belast [14]. Hoewel de technische outillage niet optimaal was, zowel voor de proefneming als de uiteindelijke realisatie, was het resultaat overtuigend: "the Walnut Lane Bridge put before the American structural engineer the image of new possibilities for safe, economical and elegant structures" [13].

Industriebouw

Alhoewel voorgespannen beton voornamelijk toepassing vond in de woning- en utiliteitsbouw zoals vliegtuigloodsen en fabriekshallen (bijv. de fabriekshal van Union Cotonnière in Gent, 1948), ging Magnel niet voorbij aan de voordelen die dit materiaal ook in de architectuur kon opleveren. In zijn ontwerp voor een helicoïdale trap in Antwerpen in de nieuwe toonzaal van General Motors (architecten Cols en Deroeck, 1951, foto 8) benutte hij ten volle de constructieve en sculpturale mogelijkheden die voorgespannen beton bood. De spiraaltrap was 5,3 m hoog en bestond uit een volle vloerplaat met een dikte van 300 mm: draaiend over een hoek van 320° werd 21 ton voorgespannen beton vrij opgehangen zonder tussensteunpunt. Magnel bouwde in zijn laboratorium een model op ware grootte om de verdeling van de torsiekrachten in de spankabels na te gaan [15]. In een lyrische tekst over deze trap voert Magnel een conversatie op tussen de trap en een Cadillac in de showroom over de 'geboorte' van de trap [16].

Status

De ondernemingsgeest en wetenschappelijke bevoegdheid die Magnel zowel in zijn activiteiten als ontwerper, onderzoeker en hoogleraar aan de dag legde, werden internationaal erkend. Hiervan getuigen de talrijke titels en medailles die hem werden toegekend. Hoewel enkele van zijn voornaamste activiteiten niet aan bod zijn gekomen (zoals de organisatie van het Eerste Internationaal Congres voor Spanbeton in Gent in 1951 en de stuwende rol bij de oprichting van de FIP), is duidelijk dat hij één van de voornaamste betoningenieurs was in België. De internationale naam en faam die Magnel verwierf trok vele jonge onderzoekers en studenten aan. In het begin van de jaren 1950 vervulmaakten onder meer de Amerikaanse ingenieurs David Billington en Tung Yen Lin hun studies bij Magnel. Ook Abraham Lipski (Polen) verhuisde naar Gent en studeerde bij Magnel. De opgedane ervaring stelde hem in staat in 1951 de

Preflex-ligger uit te vinden. Dit nieuw ontwikkeld hoogwaardig constructie-element in staal en beton wordt in het volgende artikel behandeld. ■

Literatuur

1. Magnel, G., *Pratique du calcul du béton armé*. Gand, Van Rysselberghe et Rombaut, 1923.
2. Les Laboratoires de béton armé de l'Université de Gand: Introduction. *Le Béton armé*, juli 1939, nr. 377.
3. Riessauw, F.G., Gustaaf Magnel (1889-1955). In: Rijksuniversiteit te Gent. Liber Memorialis 1913-1960, 1960.
4. Taerwe, L., Contributions of Gustave Magnel to the developments of prestressed concrete. In: Proceedings Ned H. Burns Symposium on Historic Innovations in Prestressed Concrete, 2005, ACI Special Publication.
5. Riessauw, F.G., De evolutie van spanbeton in België. *Tijdschrift der Openbare Werken van België*, juni 1968, nr. 3.
6. Magnel, G., Les applications du béton précontraint en Belgique. *Science et Technique*, 1944, jg. 2, nr. 5.
7. Van de Voorde, S., R. De Meyer, L. Taerwe, Magnels Heizeltoren. *A+*, 2006, nr. 198.
8. Novgorodsky, L., La bibliothèque centrale et l'Institut supérieur d'Histoire de l'Art et d'Archéologie de l'Université de Gand. *La Technique des Travaux*, mei-juni 1948, jg. 24, nr. 5-6.
9. Magnel, G., Les travaux de la Jonction Nord-Midi ; Les Ponts expérimentaux de la rue du Miroir à Bruxelles. *Science et Technique*, 1947, jg. 5, nr. 7-8.
10. Birguer, A., Reconstruction du pont de Sclayn sur la Meuse. *Travaux*, mei 1950, jg. 34, nr. 187.
11. Storrer, E., Le pont de Sclayn sur la Meuse. *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 1950, nr. 2.
12. Copp, N.H., & A.W. Zanella, *Discovery, Innovation, and Risk: Case studies in science and technology*, Cambridge (Massachusetts). The MIT Press, 1993.
13. Billington, D.P., Historical perspective on prestressed concrete. *Journal of the Prestressed Concrete Institute*, september-oktober 1976, jg. 21, nr. 5.
14. Magnel, G., Essai à Philadelphie d'une poutre en béton précontraint de 47 mètres de portée. *La Technique des Travaux*, januari-februari 1951, jg. 27, nr. 1-2.
15. L'escalier de la général motors à Anvers, *Architecture*, 1955, nr. 15. (Dit themanummer over voorgespannen beton van het modernistische tijdschrift *Architecture* werd opgedragen aan Magnel.)
16. Magnel, G., A Concrete Example. *The Link*, juli 1951, jg. 2, nr. 7.