

TERTIAIRE KALKSTEEN EN FRANSE WITTE STEEN ALS NATUURLIJKE BOUWSTEEN VOOR ONZE HISTORISCHE MONUMENTEN

door

R. NIJS¹

"De tous les matériaux de l'architecture, le calcaire sableux est certes celui qui offre les plus admirables ressources au prodigieux et inépuisable thème de la décoration."

Vrij naar W. Elsschot's "Lijmen".

SAMENVATTING

De Balegemse zandige kalksteen, de kalksteen van Gobertingen en, in mindere mate, de Ieperiaanse nummulietenkalksteen zijn belangrijke historische bouwstenen in Vlaanderen en Brabant. Alle drie zijn ze ontstaan door diagenese van afzettingen in ondiepe zeeën van Tertiaire ouderdom; vandaar dat ze, ondanks hun individualiteit, toch een aantal gemeenschappelijke kenmerken vertonen. Sinds de 19de eeuw worden ze aangetast door zwaveldioxyde - uitstoot en massaal vervangen door witte Jura - kalksteen ingevoerd uit het Bekken van Parijs. Toch kunnen onze lokale stenen op een beperkte schaal een grote rol blijven spelen.

SUMMARY

The sandy Balegem limestone, the Gobertange limestone and, to a lesser extent, the Ieper nummulithic limestone are most important historical building stones in Flanders and Brabant. All three of them have been formed by diagenesis in sediments of Tertiary age deposited in shallow seas; hence they share a number of features, although each stone also shows its own personality. Since they are suffering for two centuries from the sulphur dioxide pollution of the air, they often have been replaced by Jurassic limestone imported from the Paris Basin. Yet our local material still may have an important part to play.

RESUME

Le calcaire sableux de Balegem, le calcaire de Gobertange et, dans une moindre mesure, le calcaire nummulitique yprésien, sont des pierres à bâtir d'une très grande importance historique dans

les Flandres et le Brabant. Les trois calcaires ont été formés par diagenèse dans des dépôts marins de faible profondeur d'âge tertiaire; d'où un certain nombre de caractères communs, bien que chaque pierre conserve une identité bien propre. Depuis le 19ème siècle, ils souffrent de la pollution industrielle; ils sont remplacés en masse par du calcaire blanc jurassique importé du Bassin de Paris. Néanmoins, à une échelle modeste, nos pierres locales peuvent toujours jouer un rôle irremplaçable.

SLEUTELWOORDEN

Verwerking, natuursteen, monumentenzorg.

KEY WORDS

Weathering, natural building stone, monument conservation.

MOTS CLE

Altération, pierres naturelles, conservation des monuments.

1. DE BALEGEMSE STEEN

1.1. Kennismaking

De Balegemse steen, ook Lede- of Lediaanse steen genoemd, wordt aangetroffen in de Formatie van Lede (Lutetiaan, Midden-Eoceen) onder de vorm van een drietal horizontale banken met een dikte van ongeveer een halve meter. Hij wordt alleen nog maar in Balegem op kleine schaal ontgonnen, maar er bestaan wel enkele andere oude zandgroeven waarin de steen ontsluit, ondermeer te Bambrugge, Aalst-Meldert, Vlierzele en Oosterzele. De term "Balegemse steen" zal hier daarom steeds "lato sensu" worden gebruikt. Oorspronkelijk werd hij immers gewonnen in gans het gebied tussen Gent en Leuven; vooral in het Schelde-Dender-interfluvium en in de omgeving van Brussel waren er talrijke groeven vanaf de 15e eeuw (Gulinck, 1949). Zijn verbreiding valt op de geologische kaart

¹ Laboratorium voor Mineralogie, Petrografie en Micropedologie - Geologisch Instituut, Rijksuniversiteit Gent

samen met die van het Lediaan (en het Lakeniaan) : hij komt dus ook voor in de hogere heuvels van West-Vlaanderen.

De Balegemse steen, onze populairste historische bouwsteen, werd reeds door de schrandere Romeinen op beperkte schaal toegepast, ondermeer te Velzeke-Zottegem (Rogge, 1988). Voor zijn bloeiperiode moet hij nochtans wachten tot in onze gewesten de Gotische bouwstijl de Romaanse begint te verdringen. Deze laatste maakte immers in de belangrijkste delen van het oude graafschap Vlaanderen en van het hertogdom Brabant vooral gebruik van de donkere, zware Doornikse kalksteen. De lichtere Balegemse steen bleek technisch veel beter aangepast aan de nieuwe stijlrichting. Vanaf de hooggotiek over de Renaissance tot de Barok zal hij massaal voor de bouw van onze grote monumenten worden aangewend. Zijn uitstraling reikt noordwaarts tot in Utrecht en de beide Hollandse provincies. Oostwaarts van Leuven botst hij echter op de invloedssfeer van de steen van Gobertange.

In menig historisch drama gaat de held(in) uiteindelijk glorieus ten onder. De luchtpollutie, veroorzaakt door de industriële revolutie, zal de weinig glorieuze ondergang van de Balegemse steen bezegelen. Vooral het zwaveldioxyde speelde - en speelt nog steeds - een fatale rol door de omzetting van het calciëtcement tot oplosbaar gips (sulfatatie). Daarom werden sinds de 19e eeuw grondige restauratiewerken noodzakelijk. Eerst werd het gesulfateerde materiaal op grote schaal door kalksteen van Gobertange vervangen ; tegenwoordig hoofdzakelijk door ingevoerde witte Franse kalksteen. Vandaar dat vele gebouwen, die oorspronkelijk bijna geheel in Balegemse steen werden opgetrokken, zoals de stadhuizen van Brussel en Oudenaarde, nu haast volledig uit andere steensoorten bestaan.

1.2. Petrografische kenmerken

De Balegemse steen vertoont een bleke, lichtgrijze kleur die bij buitenmuren in een lichtgelige beige-achtige patine overgaat. Het is een compact materiaal (druksterkte rond 800 kg/cm²), waarin plaatselijk fossielrijke horizonten voorkomen. Hij is hoofdzakelijk opgebouwd uit fijnkorrelig kwarts (fijne zandfractie), kalkfossielen en glauconietkorrels aangegekit met een calciëtcement (foto 1). Daar het koolstofgehalte meestal tussen 40 en 60 procent ligt, kan hij zowel als een zandige kalksteen dan als een kalkhoudende zandsteen worden omschreven. Het gesteente bevat talrijke kalkfossielen : foraminiferen (o.a. *Nummulites variolarius*), fragmenten van echinodermen en schelpen van gastropoden en bivalven. Glauconiet is steeds aanwezig maar in beperkte hoeveelheden (minder dan 10 %). Het calciëtcement is overwegend fijnkorrelig (enkele tientallen µm) en de grootste kristallen worden vooral in oorspronkelijke holten aangetroffen (kamers van foraminiferen). Na ontkalking blijkt de leem- en kleifractie (< 50 µm) van het residu steeds beneden 20 procent te blijven, terwijl de distributie der partiële zandfracties meestal een maxi-

mum vertoont tussen 63 en 88 µm (Nijs, 1980). De zandfractie van de typische, compacte Balegemse steen is dus opvallend fijn. In de echte Balegemse steen komen nooit verkiezingen voor.

1.3. Criteria voor identificatie

De verweerde Balegemse steen kan makroskopisch verward worden met bewerkte Gobertangesteent, Maastrichtersteen, Luxemburgse kalkzandsteen en "tuffeau" van Lincent. De Gobertangesteent en de Maastrichtersteen zijn kalkrijker. De "tuffeau" van Lincent bevat talrijke kiezel-sponzen en een opaalrijk cement (De Geyter, in zelfde volume). In de Luxemburgse kalkzandsteen ontbreekt glauconiet en is de zandfractie en het kalkcement doorgaans veel grover van korrel.

1.4. Verwerking

De heldere, beige patine ontstaat door oxydatie van het glauconiet aan de oppervlakte. Toch mogen andere ijzeroxydebronnen, zoals pyriet-sporen, evenals ijzersubstitutie in het calciëtcement, zeker niet a priori uitgesloten worden (Fobe, 1986). Het grootste nadeel van Balegemse steen is zijn geringe weerstand tegen zwavelrijke bezoedelde stadslucht. Het ten koste van het cement gevormde gips hoopt zich op aan het steenoppervlak, in de poriën en rond de kwarts- en glauconietkorrels. Deze laatste worden zelfs letterlijk verpulverd door steeds weer oplossende en herkristalliserende mikroskopische gips-lensjes, die zowat de mechanische rol van breekijzer krijgen toebedeeld (Nijs *et al.*, 1988b). Steenverbrokkeling en algemene glauconietoxydatie treden dan ook meestal samen op. Bij de rechtstreeks aan de regen blootgestelde muurvlakken wordt het gevormde gips echter onmiddellijk in oplossing afgevoerd, zodat vergruizen door gipsoverwoekering hier vermeden wordt : er treedt alleen een oppervlakkig etsen van de steen op. Tenslotte dient erop gewezen, dat Balegemse steen in landelijke gebieden vrij goed bewaard blijft.

Voor meer details over de groeve van Balegem, over het ontstaan van de steen en over enkele concrete toepassingen als bouw materiaal verwijzen we naar Fobe (in zelfde volume, a).

2. DE STEEN VAN GOBERTANGE

2.1. Kennismaking

De steen van Gobertange, zeer dikwijls ook steen van Gobertingen of Brusseliaanse kalksteen genoemd, wordt aangetroffen in de Formatie van Brussel (Lutetiaan, Midden-Eoceen). Hij komt voor als een serie horizontale banken ; er werden er een tiental vermeld, niet veel dikker dan een twintigtal centimeter en van elkaar gescheiden door het Brusseliaanse zand. Tegenwoordig wordt hij alleen nog op beperkte schaal in Gobertange, een gehucht van Geldenaken (Jodoigne), uitgebaat. Hierbij wordt een groot perceel land van zijn leemdek ontdaan, waarna de onderliggende steen-

niveaus met bulldozers worden verwijderd ; de kuil wordt dan weer dichtgegooid. Camerman (1949) beschrijft de oude onderaardse exploitatiemethoden waarbij de steenbanken werden weggehaald vanuit diepe verticale schachten. Op deze primitieve wijze werd er door de eeuwen heen een haast ongelooftelijke hoeveelheid materiaal gedolven. De steen ontsluit ook nog in sommige holle wegen rond Tienen en in een paar oude zandgroeven bij Zaventem en Diegem ; vandaar zijn plaatselijke naam "Diegemse steen". Aangezien de steen voorkomt van de Getevallei in het oosten via het zuiden van Leuven tot in het Zennedal te Brussel, is het nuttig te vermelden dat de term "Gobertangesteent" hier hoofdzakelijk "lato sensu", dus als ekwivalent door Brusseliaanse kalksteen, zal worden gebruikt.

Deze steen heeft een enigszins andere historische ontwikkeling gekend dan de Balegemse. Uiteraard waren het weer de Romeinen die hem als eerste sporadisch aanwendden, zoals blijkt uit de verzamelingen van het gemeentelijk museum van Tienen maar zijn opgang begon pas voorgoed in de 15e eeuw in Oost-Brabant (Leuven en Tienen, waar voor de Romeinse gebouwen tot dan respectievelijk Doornikse kalksteen en kwartsiet van Tienen werd gebruikt). Merkwaardig is wel, dat zijn invloedssfeer oostwaarts sterk werd beperkt door de Maastrichtersteen, terwijl westwaarts (vanaf Leuven, Brussel, Mechelen) de Balegemse steen zijn machtigste konkurrent bleek te zijn. Die geografisch bepaalde konkurrentie draaide in het graafschap Vlaanderen duidelijk in het voordeel uit van de Balegemse, maar verder noordwaarts, waar de afstand tot de ontginningsplaatsen en de verbindingen te water voor beide materialen weer vergelijkbaar worden, wist de Gobertange zich met succes naast zijn rivaal te handhaven. Aldus werd hij één der belangrijkste historische natuurstenen van de beide Hollandse provincies (Slinger *et al.*, 1982).

Vanaf het begin van de 19de eeuw mocht de Gobertangesteent zich in een nooit geziene populariteit verheugen. De industriële revolutie en haar grote urbanistische verwezenlijkingen in Laag- en Midden-België zorgden voor een massale aanwending van nieuwbouwmateriaal. De zwaveluitstoot van fabrieken en steenkoolverwarming veroorzaakte echter veel schade aan de historische gebouwen, die deels met Gobertange, maar vooral met Balegemse steen waren opgetrokken. Laatstgenoemde bleek het meest kwetsbaar, zodat de Gobertange nu ook als restauratiemateriaal kwam opzetten en de Balegemse praktisch volledig verdrong. De 19de eeuwse glorie van de Gobertangesteent zou echter reeds in de 20e eeuw omslaan in een snelle afgang : de zure regen spaart evenmin dit materiaal (Keppens *et al.*, 1985), zodat vandaag de deur wijd open staat voor de invoer van Franse witte steen.

2.2. Petrografische kenmerken

De typische kalksteen van Gobertingen is een witte zandige kalksteen met een zeer karakteristiek uitzicht : fijne, witte sedimentaire kalkadertjes met

grillige verstoringen wisselen er voortdurend af met grovere, lichtgrijze, glauconiethoudende, tamelijk zandige bandjes en vlekken ; bovendien is het geheel zeer sterk gebioturbeerd (foto 2). Het gesteente, dat ontstaan is door diagenese van afzettingen in een rustig, ondiep marien milieu, betaamt hoofdzakelijk uit fossielengruis (foraminiferen, echinodermen), wat dedritische kwarts en glauconiet ; alles wordt hecht aaneengekit met een calciement. Dit cement is het fijnst in de zeer kalkrijke, niet gebioturbeerde zones. Samenstelling : 75 tot 90 procent CaCO_3 (calciet), 10 tot 20 procent kwarts, glauconiet (minder dan 5 procent) en wat klei. Druksterkte : gemiddeld 800 kg/cm^2 .

De kalksteen van Gobertange blijkt soms gedeeltelijk verkiezeld door diagenetische verdringing van het kalkcement door chalcedoon en opaal.

Ten noorden van Nijvel komt er in het Brusseliaan eveneens een gelijkaardig zandig kalksteenfaciës voor, waarin echter het typische structuurpatroon van de kalksteen van Gobertange ontbreekt, zodat het een meer homogeen uitzicht vertoont.

2.3. Criteria voor de identifikatie

De Gobertange steen s.s. wordt gemakkelijk onderscheiden van de Balegemse steen door zijn geringere dimensies, zijn heterogene structuur en zijn hoger karbonaatgehalte. Bij beperkte verkiezing kunnen vergelijkbare kalkgehalten bekomen worden maar diagenetische verkiezing is in slijpplaatjes gemakkelijk herkenbaar en in de Balegemse steen zijn nooit verkiezingen opgemerkt. Verwarring met de Balegemse steen is alleen mogelijk bij variëteiten van de steen van Diegem die een tamelijk homogeen structuurpatroon vertonen. De Balegemse steen heeft doorgaans een meer geelachtige kleur maar in (zeldzame) twijfelgevallen kan aanvullend onderzoek vereist zijn (korrelgrootteverdeling van de ontkalkte fraktie, samenstelling van de zware mineralen-fraktie).

2.4. Verwerking

Het verweringsproces voltrekt zich bij de steen van Gobertange ongeveer volgens dezelfde lijnen als bij de Balegemse steen, alleen verloopt het duidelijk trager, wellicht door het hogere kalkgehalte, de kleinere glauconietfraktie en het laag ijzergehalte van het calciement. In muren, die regelmatig door regenwater worden schoongespoeld, toont de witte Gobertangesteent zich op zijn mooist. De bioturbaties worden geëit door selectieve, oppervlakkige oplossing van de verschillende calciëfrakties, hetgeen een levendig patroon doet ontstaan. Op beschutte plaatsen daarentegen stapelt het gips zich op en verpulvert de steen langzaam (Keppens *et al.*, 1985). De Gobertangesteent blijkt evenwel beter bestand tegen corrosie dan de Balegemse ; in landelijke gebieden stellen zich geen problemen (Nijs *et al.*, 1988a). Eigenaardig genoeg stellen er zich ook minder problemen in het Noorden, in steden zoals Gouda, Amsterdam, Utrecht, Leiden, Alkmaar, Delft of Haarlem. Niet alleen de Gobertingensteen maar

ook de Balegemse is er veel beter bewaard gebleven dan in vergelijkbare Belgische centra.

Een voor de hand liggende verklaring zou kunnen zijn, dat de Noord-Nederlandse steden zich mogen verheugen in een schonere lucht dan de onze. Al mag dergelijke hypothese dan al twijfelachtig overkomen in het geval van Rotterdam, ze verdient zeker voor de hoger genoemde voorbeelden nagetrokken te worden.

3. IEPERIAANSE KALKSTEEN

3.1. Kennismaking

De Ieperiaanse kalksteen wordt aangetroffen in het Ieperiaan (Onder-Eoceen). Er zijn geen ontsluitingen meer gekend, maar ongetwijfeld kwam ook hij voor in horizontale banken die hoofdzakelijk rond Geraardsbergen, Ninove, Ronse en Oudenaarde werden uitgebaat. Hij kende zijn opgang en terugval samen met de Balegemse, maar werd slechts sporadisch buiten het zuiden van Oost-Vlaanderen aangewend.

3.2. Petrografische kenmerken

De Ieperiaanse steen is een lichtgelig - groene nummulietenkalksteen (*Nummulites planulatus*). Deze foraminiferen komen voor als gestratificeerde massa's aaneengekit met een vrij grof calcietcement. Typisch zijn de epitactische randen omheen de nummulieten. Fijn kwarts, wat klei en tamelijk veel grofkorrelige glauconietkorrels kunnen in sommige variëteiten zo'n belangrijke rol gaan spelen, dat de nummulieten op de achtergrond worden gedrongen en dat er een overgang valt waar te nemen naar een zandige kalksteen of zelfs naar een kalkhoudende zandsteen (Nijs, 1985). Het gesteente toont meestal een bruine tot roestige kleur, die grotendeels door glauconietverwering wordt veroorzaakt. Het vrij grove cement is ook hier ijzerrijk.

Vorstschade komt veel voor aan buitenoppervlakken (Nijs *et al.*, 1988a).

3.3. Criteria voor de identificatie

De grote concentratie, de typische vorm (schijfvormig) en de afmeting en (2 tot 5 mm diameter) van de nummulieten zijn kenmerkend (foto 3). Bij gebrek aan ontsluitingen zijn de petrografische kenmerken van de nummulietarme variëteiten niet goed gekend. Ze benaderen wel min of meer die van de Balegemse steen, al bevatten ze een grotere en grovere glauconietfractie. Voor meer details over deze merkwaardige steen verwijzen we naar Fobe (in zelfde volume, b).

4. FRANSE WITTE STEEN

Onze drie historische bouwmaterialen (Balegemse, Gobertange en Ieperiaanse steen) worden tegenwoordig op grote schaal vervangen door

zodgenaamde "Franse witte steen". Dit is een verzamelnaam voor verschillende mariene kalksteenvariëteiten uit het Bekken van Parijs, meestal met een Jura-ouderdom (WTCB, 1970).

Slechts weinige hiervan hebben in de ogen van een geoloog een echte "persoonlijkheid". Zo is er de Euville, een typische krinoïedenkalksteen met secundaire aangroei langs de krinoïedfragmenten (foto 4). Ook de Pouillenay is een krinoïedenkalksteen; vanuit mineralogisch standpunt zijn de grove ijzerhoudende calcietkristallen, die het cement kenmerken, bijzonder interessant (foto 5). Onder de talrijke oölitische kalksteensoorten valt vooral de Savonnières op, met zijn zeer mooi ontwikkelde oölieten in een fijne zuivere calcietmatrix (foto 6). Veel soorten Franse witte steen bestaan echter uit sterk verwante mengvormen waarin oölieten met puin van krinoïeden en diverse fossielen in een fijnkorrelig calcietcement zijn gevat. Herkristallisatie doet soms de structuren wat vervagen, zoals bij Massangis, Vaurion (foto 7), Anstrude, e.d. Het kan wel moeite kosten om een dergelijk gesteentefaciës te identificeren.

De Franse witte steensoorten kunnen, wat kleur betreft, een tamelijk grote variatie vertonen, gaande van wit (Euville, Chauvigny, Savonnières) tot lichtgeelbruin (Massangis). Alle faciësen zijn zeer kalkrijk. Het is nog te vroeg om tot een uitspraak te komen over hun corrosieweerstand op lange termijn. Wel is geweten dat Euville (de favoriete steen van Leopold II) in vele gevallen flink teneervalt. De Massangis mag zich dan weer over een goede reputatie verheugen: zijn weerstand tegen sulfatacie zou zeer bevredigend zijn; bovendien benaderen zijn technische eigenschappen vrij dicht die van de Balegemse en de Gobertingensteen.

Voor een overzicht van de technische kenmerken van de hierboven vermelde of ermee verwante gesteenten verwijzen we naar de publikatie Technische Voorlichting nr. 80 van het WTCB. Ook bij Camerman (1957) treft men talrijke waardevolle inlichtingen aan.

Het opdagen van de Franse witte steen in onze gewesten was onvermijdelijk, ook indien onze inheemse materialen voldoende weerstand hadden kunnen bieden tegen de luchtbezoedeling. De ontginning van de witte steensoorten in Frankrijk is immers zoveel meer rendabel omdat de kalksteenafzettingen er veel dikker zijn. Tegen dergelijke grootschalige en geconcentreerde mechanische uitbatingen zou het moeizaam verder uitgraven van onze magere steenbankjes een bestending geweest zijn van Middeleeuwse toestanden zonder enig economisch perspectief.

Dit betekent echter niet dat ons eigen bouw materiaal zomaar moet afgeschreven worden. Voor massale aanwending heeft het inderdaad afgedaan; maar er zijn talloze voorbeelden aan te halen waar een kleinschalige toepassing van oorspronkelijk materiaal (vers of herbruikt) veruit te verkiezen valt boven een vervanging door vreemde steen. Om mogelijke steenwinning in de toekomst zo zinvol mogelijk te laten verlopen, is het wenselijk een betere kennis te verwerven van onze reserves aan

inheemse bouwsteen. Een hierop gerichte geologische prospectie dringt zich op.

REFERENTIES

- CAMERMAN, C., 1948 - Les Roches calcaires de la Belgique. *Mém. Congrès 1947 Centenaire A.I.Lg., Section Géologie, Liège*, 317-381.
- CAMERMAN, C., 1957 - Description et emploi en Belgique et aux Pays-Bas des Pierres Blanches Françaises. Hayez, Bruxelles, 93 p.
- DE GEYTER, G., 1990 - De Tuffeau van Lincet en de Maastrichtersteen (dit volume).
- FOBE, B., 1986 - Petrografisch onderzoek van de coherente gesteenten van het Eocen in Laag- en Midden België. Doctoraatsthesis Rijksuniversiteit Gent.
- FOBE, B., 1990a - Voorkomen, samenstelling en gebruik van de Balegemse steen (dit volume).
- FOBE, B., 1990b - De Nummulietenkalksteen uit het Ieperiaan (dit volume).
- GULINCK, M., 1949 - Over oude natuurlijke bouwmaterialen in Laag- en Midden-België. *Technisch-Wetenschappelijk Tijdschrift*, 18/2: 25-32.
- KEPPENS, E., ROEKENS, E. & VAN GRIEKEN, R., 1985 - Effect of pollution on sandy limestones of a historical cathedral in Belgium. *Proc. Vth Int. Congr. on Deterioration and Conservation of Stone*, Lausanne, 499-507.
- NIJS, R., 1980 - Identification de la pierre de Balegem au moyen de la distribution granulométrique de la fraction sableuse. *Bull. Commission royale des Monuments et des Sites, Bruxelles*, 9: 33-37.
- NIJS, R., 1985 - Petrographical Characterization of calcareous Building Stones in Northern Belgium. *Proc. Vth Int. Congr. on Deterioration and Conservation of Stone*, Lausanne, 13-21.
- NIJS, R., DE GEYTER, G. & FOBE, B., 1988a - Decay of sandy limestones in Flanders historical monuments. *Proc. Vth Int. Congr. on Deterioration and Conservation of Stone*, Torun, 110-115.
- NIJS, R., DE GEYTER, G. & FOBE, B., 1988b - Behaviour of the historic Balegem stone and its substitute, the Gobertange stone, in Flemish monuments. *Proc. Int. Symp. on Engineering Geology of ancient Works : Monuments and historical Sites. Their preservation and protection*. P. Marinos & G. Koukis, eds., Balkema, Rotterdam.
- ROGGE, M., 1988 - Velzeke : de Gallo-Romeinse Vicus. In : Speuren, Spitten, Sparen. Oost-Vlaanderen archeologisch doorgelicht. Catalogus Tentoonstelling in Het Toreken, Kredietbank Gent, janurari-februari 1988.
- SLINGER, A., JANSE, H. & BERENDS, G., 1988 - Natuursteen in Monumenten. *Rijksdienst voor de Monumentenzorg*, Bosch & Keuning, Baarn, 120 p.
- WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF (WTCB) 1970 - Witte Natuursteen. *Technische Voorlichting*, 80, Brussel.

Manuscript ontvangen op 12 januari 1990 en aanvaard voor publicatie 22 februari 1990.

PLAAT I

Foto 1 : Balegemse steen : detritisch kwarts, glauconiet en fossielfragmenten in een calciement. Microfoto, gekruiste polarisatoren. Maatstreep 400 μm .

Foto 2 : Steen van Gobertingen : afwisseling van fijne calcielaagjes (donker, bovenaan) met grover, zandig glauconiethoudend materiaal (onderaan). Microfoto, doorvallend licht. Maatstreep 400 μm .

Foto 3 : Ieperiaanse nummulietenkalksteen. Microfoto, gekruiste polarisatoren. Maatstreep 400 μm .

Foto 4 : Euville : krinoidenfragmenten met secundaire aangroei. Microfoto, gekruiste polarisatoren. Maatstreep 400 μm .

Foto 5 : Pouillenay met krinoidenfragmenten en ijzerhoudende calcietromboëders in het cement. Microfoto, doorvallend licht. Maatstreep 400 μm .

Foto 6 : Savonnières : oölieten met calciement. Microfoto, doorvallend licht. Maatstreep 400 μm .

Foto 7 : Vaurion : oölieten en fossielgruis in een fijne calcietmatrix. Microfoto, doorvallend licht. Maatstreep 400 μm .

