

# Een geologische beschrijving van Halle

Rik Houthuys, augustus-december 2010

Contact : [rik.houthuys@telenet.be](mailto:rik.houthuys@telenet.be)

## Inleiding

De gesteenten onder onze voeten zijn gevormd in het geologisch verleden. Ze zijn getuige van onvoorstelbaar lang geleden tijdvakken, totaal andere klimaten en geografieën en van onvoorstelbaar sterke krachten. De opbouw van de ondergrond bepaalt ook het huidige landschap en de aanwezigheid van grondstoffen die de mens uit zijn directe omgeving haalt. Deze tekst schetst het verhaal van het ontstaan van onze ondergrond, toegepast op Halle en omgeving. Binnen Vlaanderen is Halle wel bijzonder, want het is samen met enkele gemeenten in de buurt de enige plaats waar de harde rots van de ondergrond aan de oppervlakte komt. Daarom wordt er speciaal uitgebreid over de rotslagen. Ons verhaal is gebaseerd op de recentste visie van geologen terzake, maar ook zoals in elke wetenschap evolueren de denkbeelden binnen de geologie en is de hier gegeven voorstelling het idee van onze tijdgenoten.

## Enkele geologische begrippen

### *Indeling van tijdvakken*

De perioden in het verleden die op basis van levensvormen of andere kenmerken als een homogeen tijdvak voorkomen, worden aangeduid met een eigen naam. De formele chronologische namen zijn afgeleid van een plaatsnaam, waar gesteenten uit die tijd gevonden worden, en krijgen het achtervoegsel “-iaan” of “-ium”. De namen zijn uniform over de hele wereld, waardoor heel wat plaatselijke tijdsnamen (bv. “Brusseliaan”) in onbruik geraakt zijn. De *absolute* datering van tijdvakken is gebaseerd op isotopenverhoudingen en de gekende halveringstijd van hun radioactief verval. Hoe verder terug in de tijd, hoe minder fijn de tijdvakindeling wordt en hoe onzekerder de datering. Alle lagen zijn wel *relatief* gedateerd, d.w.z. men kent hun ligging t.o.v. elkaar en weet daardoor (min of meer) in welk tijdvak ze zijn ontstaan.

### *Oorsprong van gesteenten*

Fundamenteel ontstaan gesteenten uit stolling van de hete, naar verondersteld wordt vloeibare aardmantel. Dit gebeurde reeds vanaf de eerste tijd na het ontstaan van de aarde. Men neemt aan dat in de aardmantel trage stromingen voorkomen, die harde stukken aardkorst in diverse richtingen meesleuren over het aardoppervlak. Waar ze uiteen drijven, ontstaat nieuwe oceaانبodem. Waar ze botsen, ontstaan gebergten en/of wordt oude aardbodem de diepte ingedreven, waar hij opnieuw smelt. Op die manier werden de minst zware gesteenten “bijeengeschraapt” tot continentale platen. Doordat continenten uit lichtere gesteenten bestaan dan de zware oceaانبodems, steken ze hoger uit. Maar boven water wordt hun oppervlak voortdurend (en geologisch heel snel) afgebroken door weer en wind. De afvoer van de afbraakdeeltjes wordt *erosie* genoemd. De gesteenten die we bij ons kennen, zijn vrijwel allemaal gevormd uit zulke afbraakproducten. Dit geldt zowel voor de harde rotslagen als voor de zachte, loskorrelige gesteenten. Het zijn afzettingsgesteenten, want ze zijn door zee-, rivier- of windprocessen opgenomen en in lagen weer afgezet. Indien de afzettingen onder kilometers dikke lagen bedolven raken, kitten de losse gesteenten aaneen. Dit proces, *lithificatie*, leidde tot de harde gesteenten die we in de Halse ondergrond aantreffen. Sommige gesteenten ontstaan door chemische neerslag. De bekendste voorbeelden zijn kalktufsteen en zoutsteen.

Andere gesteenten zijn ontstaan door stolling van gesmolten gesteente. De bekendste voorbeelden zijn basalt en graniet.

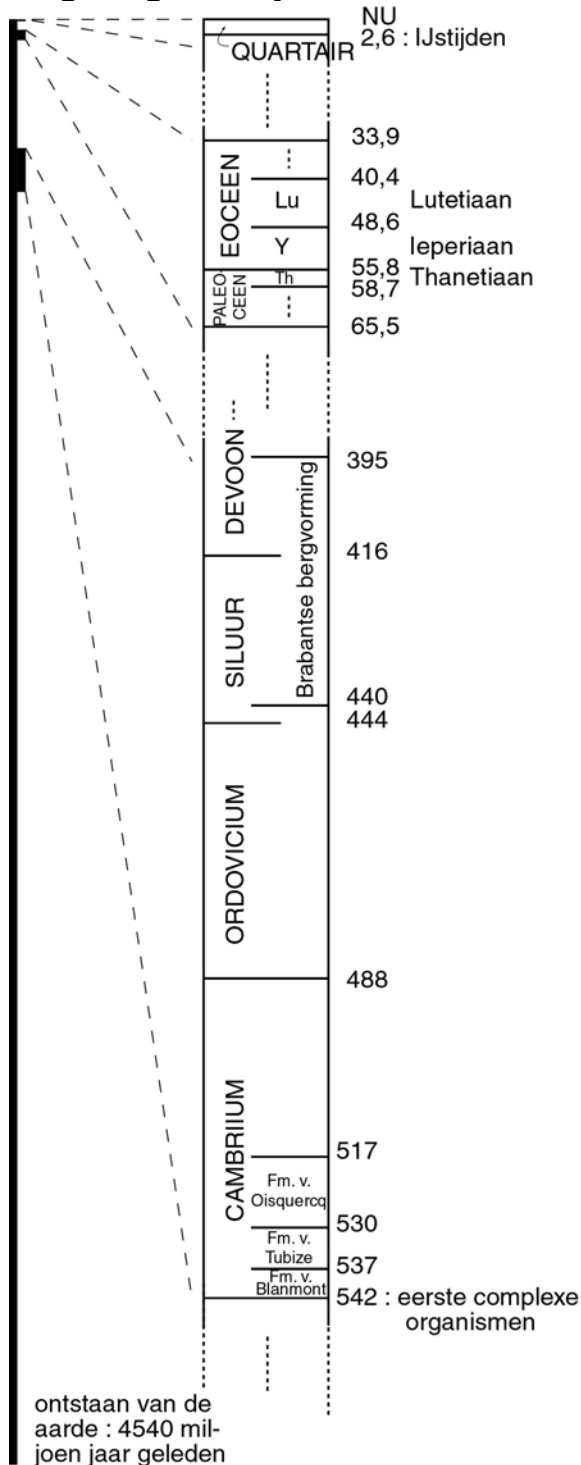
Afzettingsgesteenten van afbraak-oorsprong worden ingedeeld volgens de grootte van de deeltjes waaruit ze bestaan. Bij *klei*, en zijn vaste equivalent *kleisteen*, zijn de deeltjes fijner dan 2  $\mu\text{m}$ , *silt(steen)* bevat de fractie tussen 2 en 63  $\mu\text{m}$ , *zand(steen)* heeft korrels tussen 63  $\mu\text{m}$  en 2000  $\mu\text{m}$  (= 2 mm), en *grint* heeft steentjes en keien grover dan 2 mm. Volgens de mengeling van korrelgroottefracties en volgens de soort van de deeltjes (de mineralen), worden nog allerlei bijkomende gesteentenamen gedefinieerd.

### ***Indeling van gesteentelagen***

Afzettingsgesteenten vormen tientallen tot honderden meters dikke lagen.

Gesteenten die een gemeenschappelijke oorsprong hebben en in (ongeveer) hetzelfde geologische tijdvak zijn afgezet, vormen een *formatie (fm.)*. De meeste formaties bevatten verschillende soorten gesteenten. Indien deze onderdelen karteerbaar zijn, vormen ze een *lid (l.)* van de formatie.

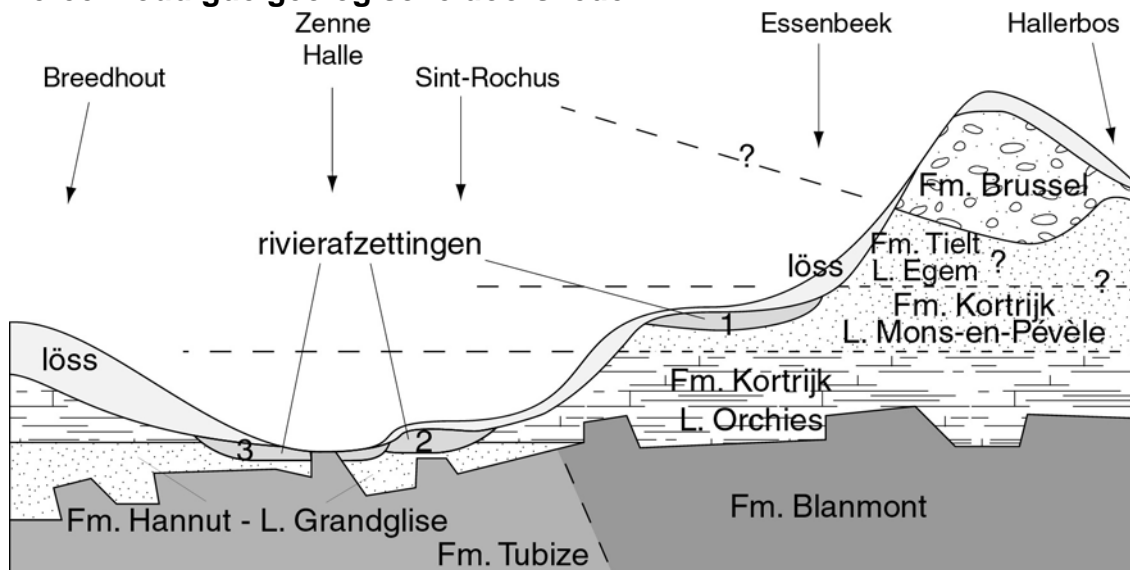
## De geologische tijdschaal voor Halle



Links wordt met een verticale streep de hele tijd aangeduid sinds het ontstaan van de aarde (onderaan) tot nu (boven). In Halle werden enkel gesteenten gevormd tijdens de drie perioden aangeduid in een dikkere streep. Die perioden worden rechts uitvergroet. De getallen rechts geven de tijd aan in miljoenen jaren geleden. De hoofdtijdvakken *Cambrium*, *Ordovicium* en *Siluur* zijn de drie oudste tijdvakken van het *Paleozoïcum* (letterlijk : het “oud-leventijdperk”). Gedurende een gigantisch lange tijd werd in onze streek niets meer afgezet. Pas in het *Cenozoïcum* (letterlijk : het “nieuw-leventijdperk”) werden hier opnieuw gesteenten afgezet, nl. rond de overgang van het *Paleoceen* naar het *Eoceen*. Er werden daarna nog gesteenten bovenop

afgezet, maar die zijn alle door erosie verdwenen. Alleen werd er heel recent, in het Quartair, nog een eolische leemlaag over alles heen gelegd.

### Vereenvoudigde geologische doorsnede



De doorsnede is een vereenvoudigde weergave van west (links) naar oost. Het profiel is ongeveer 10 km lang. In zulk profiel wordt de hoogte altijd in overdrijving weergegeven. In werkelijkheid bedraagt het hoogteverschil tussen de Zenne te Halle en het hoogste punt nabij Essenbeek 95 m.

Essentieel bestaat de ondergrond van Halle uit twee verschillende pakketten, de harde gesteenten van de *Paleozoïsche sokkel* (donkergrijs in de figuur), waarin de lagen verticaal staan. Ze zijn afgesneden door een onregelmatig afbraakoppervlak. Daarop liggen vrijwel horizontale zachte gesteenten uit het *Paleoceen* (de Formatie van Hannut) en het *Eoceen* (de Formaties van Kortrijk, Tielt en Brussel). Al deze gesteenten zijn afgezet in zee en vormden horizontale, doorlopende lagen (aangegeven met de streepjeslijnen). In het recentste verleden, het *Quartair*, is het land opgerezen en heeft de Zenne een brede vallei uitgeschuurd. Samen met de diffuse afbraakprocessen eigen aan land dat boven zee uitsteekt, ontstond zo het huidige reliëf met zijn heuvels, hellingen en plateaus. De rivierafzettingen (1, 2 en 3 in de figuur) van de Zenne zijn getuigen van enkele afzettingsfasen uit deze overwegend erosieve tijd. Op het allerlaatste van het Quartair, slechts zo'n 20.000 jaar geleden, legde de wind als een sneeuwtapijt een deken van leem over het hele landschap, in onregelmatige diktes. Deze leem van eolische oorsprong wordt *löss* genoemd (lichtgrijs in de figuur).

### De harde gesteenten van de sokkel

De harde rotsen in Halle en omgeving werden door de mens hier en daar uitgebaat in steengroeven, zoals deze van Rodenem langs het kanaal Brussel-Charleroi of de nu verlaten groeves in de Berendries en aan de Malheideweg. We zien ze ook in de bedding van de Zenne ter hoogte van het OLV-College. In het kasteelpark van Lembeek ligt er ook zo een rotsuitsteeksel. Deze rotsen zijn bij de oudste die in België aan de oppervlakte waargenomen worden. In de Ardennen vindt men ook enkele plaatsen met rotsen uit dezelfde tijd, maar de meeste rotsen zijn er jonger (NB: in andere landen worden hier en daar nog veel oudere rotsen gevonden).

### **Afzettingsgeschiedenis**

Het verhaal van deze oudste rotsen is helemaal verbonden met het trage, maar meedogenloze schuiven van aardplaten over de hete, taaivloeibare mantel van de Aarde. Hierdoor ontstonden en verdwenen zeeën en gebergten.

De rotsen werden tijdens het Cambrium (zie tijdschaal) als horizontale, losse gesteenten afgezet in een *epicontinentale* zee horend tot het kleine continent *Avalonië*.

Ieder continent bevat aan zijn randen een voortzetting onder water, een beetje zoals een ijsberg die onder water verder loopt. Dat deel noemt men het continentaal plat en de zee wordt daar epicontinentaal genoemd. De zeeën rond het continent ontvangen veel sediment afkomstig van afbraak van het boven water uitstekende gedeelte van het continent.

Wat nu België is vormde samen met het meest oostelijke stukje van de Verenigde Staten en Canada, het zuiden van Ierland, het zuiden van Groot-Brittannië, Noord-Frankrijk, Nederland en een groot stuk van Noord-Duitsland een klein continent dat de naam Avalonië kreeg. Dit continent lag, onvoorstelbaar genoeg, tijdens het Cambrium op 75° zuiderbreedte, dus waar nu de kusten van Antarctica liggen !

Dit continent plakte tegen de noordrand van een veel groter continent, *Gondwana*, waartoe grote delen van het huidige Afrika, Zuid-Amerika en Australië behoorden.

Avalonië was zelf waarschijnlijk ook al een samenraapsel van kleine, op dat ogenblik reeds harde stukjes aardkorst, op hun beurt weer resten van veel oudere gebergten.

Deze brokjes geconsolideerde aardkorst noemt men *microcratons*. Wellicht op de rand van zo een microcraton, het *Midlands microcraton* (zo genoemd omdat het nu nog waargenomen wordt in de ondergrond van de Engelse Midlands), bevond zich een vrij uitgestrekte epicontinentale zee waar deeltjes bezonken afkomstig van de afbraak van dit of andere, onbekende continentdelen. De bodem van de zee daalde in de tijd, enerzijds onder druk van de nieuwe sedimentpakketten, maar misschien ook omdat de omgevende microcratons enigszins uit elkaar dreven en er zich een breed zakkend aardkorstgedeelte vormde, een *slenk*. Hierbij hield de aanvoer van klei en zand ongeveer gelijke tred met het dalen, waardoor een kilometersdik sedimentpakket ontstond. Hiervan vindt men in onze streek twee formaties terug.

### **Pakket 1 : de Formatie van Blanmont**

In de vroegere steengroeve van Buizingen, vlakbij café De Kluis, in de bedding van de Meerbeek te Dworp en in een oude steengroeve in het Hallerbos langs de Steenputbeek, wordt massieve, witte tot paarse, zeer harde zandsteen aangetroffen.

Omwille van de hardheid wordt de zandsteen ook *kwartsiet* genoemd. Men neemt aan dat deze zandsteen deel uitmaakt van de Formatie van Blanmont, waarvan vrijwel vaststaat dat ze de oudste in België gevonden gesteenten bevat (zie tijdschaal). De afzettingsgeschiedenis van deze formatie is niet bekend maar het gaat wel om een afzetting van afbraakmateriaal in een niet te diepe zee, waarschijnlijk minder dan 50 m diep, hetgeen men afleidt uit het feit dat hoofdzakelijk zand werd afgezet. Zoals op het strand komt zand meestal dicht bij de kust voor, want het wordt aangevoerd door rivieren uit het continent en bezinkt snel wanneer de stroming afneemt.

Het contact tussen deze formatie en de volgende Formatie van Tubize is nergens ontsloten. Men weet wel dat het grillig verloopt en de juiste aard en betekenis ervan vormt een nog onopgelost geologisch vraagstuk. Het staat wel vast dat de Formatie van Tubize jonger is dan de Formatie van Blanmont en er dus bovenop moet zijn afgezet.

## **Pakket 2 : de Formatie van Tubize**

Te Halle-Centrum en verder zuidelijk vinden we gesteenten horend tot de Formatie van Tubize. De oudste lagen komen voor in het noorden (Halle) en ze worden jonger naar Lembeek en Tubize toe. Deze bestaan uit een afwisseling van kleisteen, siltsteen en zandsteen. De fijnkorrelige gesteenten domineren, maar de hoeveelheid grofkorrelige stenen neemt toe in de jongste lagen. Wanneer de zandsteen meer dan 25 % van het mineraal veldspaat bevat, wordt hij *arkose* genoemd. Veldspaat is een mineraal afkomstig uit graniet, een hard stollingsgesteente. Is de zandsteen een mengeling van fijne klei, zand van kwarts en veldspaat, en bevat hij daarnaast ook steenbrokjes, dan wordt hij *grauwacke* genoemd. Aldus zijn zowel arkose als grauwacke, allebei steensoorten die in de Formatie van Tubize voorkomen, een indicator van een niet te veraf gelegen, nu onbekend continent met graniet. De hele Formatie bevat hoge concentraties van het mineraal *chloriet*. Dit geeft de typisch groene kleur aan de gesteenten.

De gesteenten van de Formatie van Tubize worden geïnterpreteerd als *turbidieten*, dit zijn ritmische lagen van afbraakmateriaal gevormd op de bodem van een diepere zee. Het gesteente duidt aan dat de zee waarvan hierboven sprake was, inmiddels dieper geworden was. De aanvoer komt van het ondiepe zeegedeelte, waar opstapeling van massa's los zand en modder bij herhaling leidt tot het ineensinken van de afgezette massa's waarna die over de zeebodem naar de diepste plaatsen beginnen te vloeien en daar definitief neergezet worden, wellicht naar een diepte tussen 100 en 500 m. Omdat de zeebodem almaar zakke, werd aldus een pakket gevormd van meer dan drie kilometer dik !

In Lembeek worden op een paar plaatsen magmatische gesteenten aangetroffen, onder meer in de groeve "Sint-Veroon" nabij de Veroonslinde. Het gesteente dat hier uitgebraat werd, wordt "Dioriet van Lembeek" genoemd. *Dioriet* is een zeer hard stollingsgesteente ontstaan door afkoeling van magma in ondergrondse kamers niet te ver onder de oppervlakte, tussen de afzettinglagen. Dit gesteente bewijst dat heet magma naar de oppervlakte drong in het vroege Cambrium. Het voorkomen ervan kan te maken hebben met het feit dat onze dalende zee op weg was een langwerpige slenk in de aardkorst, een *rift*, te worden.

## **De verdere geschiedenis van het "Bekken van Brabant"**

Nog vele honderden meters werden bovenop onze Cambrium-gesteenten afgezet. Op grote diepte, begraven onder tonnen en tonnen sediment, werden de losse afzettingen van de Formaties van Blanmont en Tubize omgezet naar vaste steen. Nog tijdens deze sedimentatiefase heeft ons continentje, Avalonië, zich losgehaakt van Gondwana en dreef het vrij snel naar het noorden, richting evenaar. Dit gebeurde in het begin van het Ordovicium. Er ontstond een nieuwe oceaan in zijn kielzog, de (nu ook alweer verdwenen) *Rheïsche oceaan*. Naar het einde van het Ordovicium botste Avalonië tegen een noordelijker gelegen continent aan, *Baltica*, en ging het er een eenheid mee vormen. Misschien wel omdat er in het noorden geen uitweg meer was, terwijl de aardplaten in onze omgeving naar noorden geduwd bleven worden, veranderde er nu een en ander. Door het plaatstekort werden enerzijds de nog enigszins soepele zeeafzettingen opgeduwd en anderzijds zou de zeebodem van de Rheïsche oceaan onder ons naar de diepte gezonken zijn (*subductie*). De laatste jaren ziet men als verklaring voor het "plaatstekort" van de aardbodem in onze omgeving, dat een onderdeel van Avalonië, nl. het Midlands microcraton, in beweging gekomen was en ons gebied met de nog vrij soepele gesteenten begon samen te duwen. Een ander hard onderdeel van Avalonië, het

*Lüneburg-Noordzee microcraton*, lag net ten noorden van België en fungeerde als stootblok. De vrij diepe zee begon te buigen, waarbij de bodem tussen Brabant en de Ardennen (die toen minstens enkele honderden kilometers verder van elkaar lagen dan nu) daalde, terwijl Brabant zelf samen met een lange strook onder West- en Oost-Vlaanderen, dan weer begon op te rijzen, waarbij het land aanvankelijk nog niet boven zee uitkwam. Dit geweld deed de aardkorst kraken, waardoor er in de spleten magma uit de aardmantel opdrong naar boven, wat aanleiding gaf tot het ontstaan van vulkanische eilanden en andere magma-indringingen tussen de sedimentlagen aan de zuidrand van het Brabantse Bekken. De vulkanische gesteenten stonden in de eerste helft van het Siluur en worden nu uitgebaat als de porfieren van Quenast en Lessen.

Door het toegenomen gewicht van de naar elkaar geduwde, dikke sedimentpakketten in het Brabantse, zakte de zeebodem er rond vrij diep in. Dit creëerde een zgn. *voorlandbekken*, waarin nu, ten zuiden van Brabant, tijdens het Siluur, op zijn beurt dikke sedimentpakketten werden afgezet.

### ***De vervormingsgeschiedenis***

Het Midlands microcraton bleef maar duwen tegen het sedimentpakket van Brabant en zo ontstond hier in het begin van het Devoon een gebergte dat boven zee oprees, het *Brabants massief*. De bergvorming wordt de *Brabantse orogenese* genoemd. In de 19<sup>e</sup> en 20<sup>e</sup> eeuw rekende men deze bergvorming als een component van de *Caledonische orogenese*. Deze situeerde zich echter meer in het noorden (Schotland, Noorwegen) en is in tijd niet volledig te correleren met de Brabantse bergvorming. Thans wordt zij als een afzonderlijke tektonische fase beschouwd, en ziet men ze eerder als een vroege voorbode van de *Hercynische* of *Variscische orogenese*, waarbij onder meer de Ardennen als een gebergte zouden oprijzen. Essentieel vormt een gebergte zich omdat er bij het naar elkaar schuiven van continentale platen te weinig ruimte blijft voor de aanwezige gesteentelagen, zodat die worden "opgefrommeld". Er wordt aangenomen dat deze bergvorming zich geleidelijk van noordwest naar zuidoost verplaatste, en lang duurde, zo'n 30 miljoen jaar. Men denkt dat het Brabants massief, dat in het noordwesten doorliep tot in noord-west Engeland, qua structuur en uitzicht op de huidige Pyreneeën kan hebben geleken. Er zijn hier geen *dekbladen* zoals in de Alpen, waarbij hele plakken aardkorst tientallen kilometers over andere heenschuiven. Bij de Brabantse bergvorming ontstonden wel talrijke kleine en grote breuken, verschuivingen en plooien. Hierbij liggen, bv. in de omgeving van Halle, allerlei kleine deelplooien maar enkele tientallen meters van elkaar, wat het bestuderen van de structuur van het massief heel ingewikkeld maakt.

De oude vulkaanpijp van Quenast en de intrusies van Bierk en Lessen werden mee scheef gesteld en enigszins platgeknepen, maar omdat hun stollingsgesteenten zo hard waren, vormden ze al een weerstandbiedend obstakel waar de omliggende lagen enigszins omheen geplooid werden.



*Steengroeve te Rodenem in fijnkorrelige zandsteenlagen horend tot de Formatie van Tubize. De oorspronkelijke gelaagheidsvlakken staan nu verticaal.*

In de kern van de plooiingszone werden de oudste gesteenten verticaal gesteld en zo hoog opgeduwd dat alles wat er ooit boven lag door erosie verdween. De centrale as van het Brabants Massief is een lijn van Waver over Brussel en Gent naar Oostende, en zo verder onder de Noordzee naar Midden- en Noord-West Engeland. Halle ligt aan de zuidwestzijde van deze centrale as, maar dicht genoeg bij de centrale as dat ook hier de oudste gesteenten aan de oppervlakte komen en helemaal verticaal gesteld zijn. Het deel van de oorspronkelijk horizontale lagen dat boven in de lucht zou uitsteken, is geleidelijk, en al vanaf het opduwen van het massief, door erosie weggenomen. Die verdwenen gesteenten hebben op hun beurt weer de jongere afzettinglagen gevoed, die gevormd werden in de omgevende zeeën. Dit afslijten begon al meteen vanaf het oprijzen van het gebergte uit de zee en was al ver gevorderd op enkele tientallen miljoen jaren na de plooiingsfase.

### ***De verdere evolutie van het Massief van Brabant***

In tegenstelling tot zijn bewogen ontstaansgeschiedenis fungeerde het massief van Brabant in de vierhonderd miljoen jaar na de Brabantse bergvorming als een stabiel blok. Samen met heel onze omgeving dreven de aaneengeklonterde stukjes aardkorst die nu Noord-West Europa vormen steeds verder naar het noorden. Perioden met hoge en lage zeespiegelstanden wisselden elkaar af. In de eerste periode na de bergvorming vormde het massief van Brabant vaak een groot eiland, omringd door ondiepe zeeën. Nadat het massief in de eerste tientallen miljoenen jaren na zijn plooiing al voor een groot deel afgevlakt was, werd niet veel afbraakmateriaal meer afgevoerd. Op de ondiepe, omringende zeeplateaus



ontstonden kalkriffen en werd kalkslib afgezet : de kalksteen uit het Midden- en Laat-Devoon die o.a. in Zinnik en Ecaussinnes wordt ontgonnen. Ons continent dreef over de evenaar en aan de randen van het eiland groeiden de oerbossen die zouden omvormen tot de steenkoolbekkens. Andere continentplaten botsten tegen Brabant en Noord-West Europa op en nu was het de beurt aan de Ardennen om richting Brabant opgeduwd te worden, veel dichter te komen, en een intensieve plooiing en bergvorming mee te maken. Nu fungeerde Brabant als hard stootblok. Onze rotsen hielden het hele gebergte van de Ardennen tegen. Bij deze Hercynische bergvormingsfase schoof vroegere zeebodem tientallen km, wellicht meer dan 100 km naar het noorden over, waarbij dikke gesteentepakketten over plaatsen schoven die voorheen naast elkaar lagen. De verplaatste pakketten werden intensief geplooid en gebroken. De noordtip van deze verschuivingsgordel kwam tot de lijn Namen-Charleroi. Hier dus minder geweld, maar we glijden wel op onze continentplaat verder door de droogtegordel van de huidige Sahara. De hele omgeving wordt woestijn. Nu wordt ook de bovenkant van de jongere, hogere Ardense bergen door erosieprocessen genadeloos afgesleten. Toch zouden de Ardennen samen met Brabant nog miljoenen jaren een groot eiland vormen. Pas op het einde van het Krijt, zo'n 80 miljoen jaar geleden, toen de zeespiegel veel hoger stond dan nu, werden de volledig door erosie afgevlakte massieven door de zee overspoeld. Het topvlak van de rotlagen in Halle is een getuige van deze miljoenen jaren van erosie. Je kunt het afgeplatte bergmassief vergelijken met de bewaarde funderingen van het kasteel van Halle, dat eveneens (maar wel door de mens) werd gelijk gemaakt met de grond, en alleen bij opgravingen weer zichtbaar wordt. De harde zandsteenlagen van de Formatie van Tubize boden meer weerstand aan de erosie dan de leistenen en ze steken dan ook wat uit in dit topvlak (zie geologisch profiel).

### **De gesteenten uit het Paleoceen en Eoceen**

Ook na het Krijt zou het Massief van Brabant nog boven water uitsteken, als een laag rotseiland. De zachte kalksteen van het Krijt werd in onze omgeving door erosie verwijderd. Ook in de erop volgende tijd, vooral tijdens het Eoceen, deden zich nog fases voor met hoge zeespiegelstanden waarbij onze streken nog een aantal malen werden overspoeld door de zee, die sedimenten achterliet.

### ***De Formatie van Hannut***

Onmiddellijk boven de harde rotsen ligt, ten minste in Halle-Centrum en ten westen van het centrum, een pakket van fijn, groenachtig zand. Dit is een onderdeel van de Formatie van Hannut, nl. het Lid van Grandglise. Deze zandige formatie is van Thanetiaan-ouderdom. Het is een afzetting van een ondiepe zee, niet ver van de kust, maar toch al afgezet buiten bereik van de golfslag. Het zand is helemaal door zeebodemdieren doorwoeld. Dit zand was te zien bij de bouw van het nieuwe Dreamland gebouw van Colruyt aan de Bergensesteenweg rechtover de Beertsestraat. In de tunnel van de TGV in Halle ligt het groenachtige (de groene kleur komt door het mineraal glauconiet, kleine groene korreltjes tussen de zandkorrels) zand net boven de top van de rotsen.

Op sommige plaatsen (niet in Halle) bevinden zich boven de zeeafzettingen van de Formatie van Landen kustnabije landafzettingen (de Formatie van Tienen). Zij zijn het bewijs van een *emersiefase*, een periode waarin de kustlijn weggetrokken was naar het noorden en hier land lag.



*Bouwput van Dreamland, Halle, Bergensesteenweg. Laag 1 = eolische leem, 2 = rivierterras (2) van geologische doorsnede, 3 = fijn zand van Formatie van Hannut.*

### **De Formatie van Kortrijk**

In het begin van het Eoceen komt de zee weer over het land en verdiept de zee zich snel. Op de 50 à 100 m diepe zeebodem wordt klei afgezet in het begin van het leperiaan. In de omgeving van Halle komt heel wat klei voor, hoewel deze afzetting meestal niet ontsloten is. Ze is vaak verstopt onder een metersdikke leemlaag. De klei was te zien in de afgraving voor het nieuw kantoorcomplex van Colruyt op de Edingensesteenweg (Hellebroek-gebouw). In Halle wordt deze klei niet gebruikt, maar in de streek van Kortrijk wordt hij ontgonnen om baksteen van te maken. Naar boven toe gaat de klei geleidelijk over in een heel fijn zand. Er is geen scherp contact, er komen gewoon steeds meer zandlagen voor tussen dunner wordende kleilagen. Dit zand is afgezet in een tweede deel van het leperiaan, toen in de streek van Kortrijk nog klei werd afgezet. Hier lagen we toen nog in zee, maar al dichterbij de kust. Deze afzetting hoort ook tot de Formatie van Kortrijk en wordt het Lid van Mons-en-Pévèle genoemd. Men vindt hiervan in onze streek niet zo vaak ontsluitingen, enkel kortstondig bij een afgravingswerk.

### **De Formatie van Tielt**

Nog hoger wordt het gesteente volledig zandig, zonder klei. Waarschijnlijk gaat het om een pakket dat overeenstemt met de Formatie van Tielt in West-Vlaanderen, maar deze correlatie is nog niet bewezen. De Formatie van Tielt is afgezet in een derde deel van het leperiaan. Het is echter ook mogelijk dat het zand dat we in Halle op deze plaats vinden nog een voortzetting is van het onderliggende Lid van Mons-en-Pévèle. Dit vrij zuiver, zeer fijn zand wordt lokaal wel eens "mergel" genoemd

(normaal betekent die term eigenlijk een zachte kalkrijke klei). Het is nog te zien in de oude zandgroeve Cromphout naast het Maasdalbos. Het zand is duidelijk in ondiep water afgezet, waar de golven de bodem sterk oproerden. Er zijn dan ook strakke gelaagdheden te vinden en er was geen doorwoeling door zeebodemdieren. In het lateraal equivalent van deze laag in de omgeving van Ninove bevinden zich resten van ondiepe, door golven geslagen geulen, waarin kalkschalige fossielen, *nummulieten* (letterlijk : geldstuk-steentjes), als een voor de golfbeweging te zware rest geconcentreerd werden. Vaak zijn deze lagen tot steen aaneengekit. Die mooie *nummulietenkalksteen* werd in het Ninoofse en Geraardsbergse ontgonnen en werd in die streek onder meer bij kerkenbouw aangewend.

### ***De Formatie van Brussel***

Net onder het plateau komt een zandlaag voor, vaak “zavel” genaamd. De basis van deze laag is onregelmatig ingesneden in de onderliggende lagen en de dikte is dus variabel. Dit is de Formatie van Brussel, die is afgezet op de overgang Ieperiaan-Lutetiaan. De Zanden van Brussel vullen een brede, meervoudige erosiegeul op. Er wordt aangenomen dat op het einde van het Ieperiaan de zee heel laag stond en zich teruggetrokken had richting Nederland, zodat onze streek boven zee uitstak. Rivieren sneden enkele parallele, een paar tientallen meters diepe valleien uit. Hierdoor is wellicht een hele formatie, die meer ten westen wel nog gevonden wordt (de Zanden van Vlierzele, afgezet in het vierde deel van het Ieperiaan), hier verdwenen. Ofwel waren de Zanden van Vlierzele en Brussel vrijwel gelijktijdige, laterale afzettingen; hierover bestaat ook nog geen zekerheid. Na de lage zeespiegelstand drong bij stijgend zeepeil de zee via de valleien diep landinwaarts en tenslotte vormde zich een langgerekte zuidelijke baai van de toenmalige Noordzee. Die baai werd met zand opgevuld toen de zeespiegelstand weer hoog was. Het zand toont kenmerken van vrij sterke getijdenstroming. Omdat het zand typisch strandzand is, wordt aangenomen dat de baai al het zand opving dat langs de zuidkust van de zee van west naar oost bewoog (ook op het huidige Vlaamse strand beweegt het zand onder invloed van wind, golven en getij, traag maar onhoudbaar van west naar oost). Het zand werd in de baai in zacht hellende lagen afgezet, die afglooiën naar het oosten. Onder druk van het steeds binnenkomende zand (vergelijk met de verzanding van het Zwin), vulde de hele baai van west naar oost op. Op de diepste plaatsen was het zand het fijnst en bevatte het veel kalkslib. Er bezonken ook zeer veel eencellige wieren met kiezelwand. De oevers van de “Brussel-baai” bevatten een subtropische plantengroei en de baai was visrijk. Nadat de baai volledig dichtgezand was en de zee zich terugtrok, ontstonden in zoetwateromstandigheden kalksteenlagen, vooral in de diepere, fijn, kalkrijke zand. Zo werd door aaneenkittig van los zand door kalkbindmiddel de “Diegemse steen” en de “Gobertangestein” gevormd. In de loop van de volgende tijdperken losten de kiezelwieren op en het opgeloste kiezel sloeg neer en cementeerde zandkorrels aanen tot grillige knolvormige stenen, die ongeveer de oorspronkelijke gelaagdheid van het zand volgen : het zijn de “grottenstenen” (kiezelzandstenen, “fistuleuze zandstenen”) die lagen vormen in het zand. De volgende transgressie van de zee nam de hele top van de Zanden van Brussel weg.



*Formatie van Brussel in voormalige zandgroeve bij Maasdalbos. Hier lokaal met kruisgewijze gelaagdheid, wat wijst op afzetting als een grote ribbel onder stroming. Bruine horizonten zijn limonietlagen.*

Er werd weer zand van de open zee afgezet. Er wordt vermoed dat een dunne, maar al gauw weer geërodeerde laag werd afgezet. Vervolgens zijn de Zanden van Lede (in een jonger deel van het Lutetiaan) afgezet. In Halle is die afzetting en al wat er nog bovenop kan gelegen hebben, door latere erosie verdwenen. Meer naar het noorden, in Brussel en Dilbeek, is die laag wel bewaard. Hierin werden door kalkcementatie enkele harde steenbanken gevormd. Die stenen werden zeer veel benut door de mens, onder meer om de Sint-Martinuskerk van Halle te bouwen. Wellicht veel recenter sloeg in de Zanden van Brussel ook nog ijzer neer uit het grondwater. Het kitte op sommige plaatsen aaneen tot roestig bruine *ijzerzandstenen*. Ook deze stenen werden ontgonnen (bv. in de Bruineput in Dworp) en lokaal als bouwsteen gebruikt. Over de bron van het ijzer bestaat geen consensus. Mogelijk is het afkomstig uit nu verdwenen, hoger gelegen lagen.

### **Recent reliëf en recentste afzettingen**

In de miljoenen jaren sinds het Eoceen werden de Ardennen en op hun flank dat weerstandbiedende brok rots in Brabant, stilaan omhooggeduwd. Het is een kleine opwelling als een verre echo van de vorming van de Alpen. Hierdoor kantelde onze regio (zeer lichtjes, nauwelijks met het blote oog zichtbaar) naar het noordnoordoosten, waardoor alle lagen in de ondergrond nu in die richting afhellen en ook alle rivieren in Midden-België een loop kregen naar het noordnoordoosten, ook de Zenne. Over het algemeen daalde ook het zeepeil na het Eoceen, zij het met nog een aantal belangrijke zeespiegelschommelingen.

In de laatste paar miljoenen jaren vormden zich met vrij regelmatige tussenpozen zeer grote ijskappen aan de polen. Deze veroorzaakten grote zeespiegelschommelingen, vaak meer dan 100 m. Ijskapfasen kwamen ongeveer om de 100.000 jaar voor en men heeft thans weet van zo'n 25 glaciaties in het Quartair. Ook in de vroegere geschiedenis van de Aarde kwamen enkele perioden met ijstijden voor. De hoofd-drijvende kracht voor de ca. 100.000-jaren cyclus is een cyclus van de zonnwerking.

### **Quartaire riviergrinten**

Tijdens een glaciële periode is veel ijs opgeslagen in hoge ijskappen en staat de zee laag. Het land erodeert dan sterker en de rivieren snijden in. Bij hoger zeepil vullen de rivierdalen gedeeltelijk weer op. Later snijdt de rivier weer in en de resten oude riviervlakte worden de rivierterrassen. Terras nr. 1 in de geologische doorsnede bevat voornamelijk zand en steenpuin uit de Formatie van Brussel. De veel jongere terrassen 2 en 3 bevatten ook veel rotsblokken uit de harde sokkel. Dit bewijst dat de rivier de top van de sokkel maar bereikte nadat in de valleien de Cenozoïsche dekklagen weggeërodeerd waren, en zo is de terrasgeschiedenis weer verbonden met de opbouw van de aardlagen. De terrassen en rivierafzettingen in Halle werden nog niet gedateerd, maar de laagst gelegen zijn de jongste.

### **De leemlaag**

Met "leem" wordt een los gesteente aangeduid bestaande uit een meestal homogene mengeling van klei, silt en zand. De leem in onze streek is meestal structuurloos. Omdat de laag het hele reliëf als een sluier bedekt, zagen geologen in de 19<sup>e</sup> eeuw er het bewijs in van een laatste, zeer grote transgressie, het *Diluvium* (de Zondvloed). Deze kennis kwam rechtstreeks uit de Bijbel en houdt geen verband met de fysische werkelijkheid. Uiteindelijk kwam men erachter dat de afzetting door de wind is gevormd. Dergelijke eolische leem noemt men *löss*.

Er zijn hier en daar ook resten van leemlagen uit oudere ijstijden. Maar in onze streek is alle leem wellicht tijdens de allerrecentste ijstijd gevormd. In een eerste fase zou de leem gemengd met sneeuw zijn afgezet, die bij dooi wat stroomde. Dit geeft een gelaagde leem. In de laatste, droog-koude fase zou de leem als puur stof zijn afgezet, wat de homogene, structuurloze leemlaag nabij de oppervlakte opleverde. Beide soorten zijn nu te zien in de leemgroeve in Lembeek. Het brongebied van de leem is de tijdens de laatste ijstijd droog staande Noordzee. De leem bevatte oorspronkelijk ook wat kalk. Opmerkelijk is dat ten westen van Halle tot 15 m dikke leemlagen voorkomen, terwijl ten oosten eerder 1 à 3 m gebruikelijk is, maar op sommige plaatsen aan de plateaurand klaarblijkelijk geen leem afgezet is. In de recentste geschiedenis, na de ontginning van het bos dat hier van nature groeide na de ijstijd, spoelde ook heel wat leem weg van akkers. Dit vormt soms een afzetting van gelaagde leem aan de oppervlakte, vooral aan de voet van hellingen, het *colluvium*.

### **Water in onze ondergrond**

Het voorkomen van grondwater is volledig gebonden aan het geologisch substraat : in alle losse gesteenten vult grondwater de holten tussen de korrels in en in de harde sokkel komt het enkel in barsten voor. De oorsprong van grondwater is regen en smeltwater dat in de bodem dringt. De holten in grint en zand zijn groter, zodat het water vrij stroomt en makkelijk via putten gewonnen kan worden. In leem zijn de holten groot genoeg opdat het regenwater er nog kan in doordringen (als het niet te

snel afstroomt) maar toch weer zo klein dat het bij droogte *capillair* (via zijn eigen oppervlaktespanning) weer kan stijgen. Dit is de hoofdreden van de grote vruchtbaarheid van leem. Eenmaal gekiemde planten vallen in droogteperiodes niet zomaar zonder water. Klei bevat ook wel grondwater, maar het stroomt omzeggens niet. Hierdoor is klei zo goed als ondoordringbaar voor het water en zal grondwater boven kleilagen blijven staan. Bronnen en kwel in de wand van een vallei wijzen vrijwel steeds ongeveer het contact van een zand- en een kleilaag aan. De aard van het gesteente bepaalt dus grotendeels of grondwater winbaar is, en ook welke samenstelling het heeft.

In Halle en omgeving wordt grondwater gewonnen uit de rotssokkel. Dit is afkomstig uit de met water gevulde barsten in de sokkel. De zandlaag erboven (Formatie van Hannut) bevat eveneens winbaar grondwater, maar het is erg ijzerhoudend. In de klei kan geen grondwater worden gewonnen. De fijnzandige bedekking van de klei (Lid van Mons-en-Pévèle en Formatie van Tielt) bevat winbaar grondwater in lokale lenzen. De tussen de twee wereldoorlogen aangelegde galerij in de vallei van de Steenputbeek in de omgeving van de Hallerbosstraat bevindt zich in deze laag. De Formatie van Brussel is een belangrijke grondwaterlaag. Het zand is zeer permeabel. In de westflank van het plateau worden de bronnen van de Warande in Essenbeek en de Maasdalbeek in het Maasdalbos door grondwater uit de Formatie van Brussel en de onderliggende Formatie van Tielt gevoed. Het water is kalkhoudend en op vele plaatsen ook zeer ijzerhoudend. De oude waterwinningen van de stad Halle in het Maasdalbos situeerden zich eveneens in dit contactniveau Tielt-Brussel. Verder naar het oosten is nog meer van de fijnkorrelige kalkrijke basis van de Formatie van Brussel bewaard en de bronnen en kwelgebieden in het Hallerbos zijn vaak zeer kalkrijk. Vaak wordt ook grondwater gewonnen in de leemlaag. Deze laat voldoende doorstroming toe voor beperkte winning voor huishoudelijk gebruik. Vaak is de onderkant van dikke leempakketten ook nog kalkhoudend, wat ook in die winningen hard water oplevert. De rivierterrassen zijn zeer permeabel. Zo zorgt terras 2 ter hoogte van het station van Halle voor een bijna permanente aanvoer van zeer ijzerrijk grondwater, dat men vaak ziet lozen in het kanaal.

## **Informatie**

Wie meer wil weten over geologische begrippen vindt deze goed verklaard op Wikipedia. Daar vindt men ook makkelijk kaarten van de geografie in het verre verleden terug.

De volgende publicaties werden geraadpleegd voor de tekst over de sokkel :

DEBACKER, T.N., DEWAELE, S., SINTUBIN, M., VERNIERS, J., MUCHEZ, P. & BOVEN, A., 2005. Timing and duration of the progressive deformation of the Brabant Massif, Belgium. *Geologica Belgica*, **8/4**: 20-34.

DEBACKER, T.N. & SINTUBIN, M., 2008. The Quenast-plug : a mega-porphyroblast during the Brabantian Orogeny (Senne Valley, Brabant Massif). *Geologica Belgica*, **11/3-4**: 196-216.

McCANN, T. (Ed.), 2008. The Geology of Central Europe, Volume 1 : Precambrian and Palaeozoic. The Geological Society, London.

PIESSENS, K., 2008. Een duik in het diepste van de Vlaamse ondergrond : het Massief van Brabant. Presentatie op studiedag "Toegepaste geologische kartering in Vlaanderen en op het continentaal plat: nieuwe toepassingen en digitale technieken", Mol, 12 juni 2008.

PIESSENS, K., DE VOS, W., HERBOSCH, A., DEBACKER, T. & VERNIERS, J., 2004. Lithostratigraphy and geological structure of the Cambrian rocks at Halle-Lembeek (Zenne Valley, Belgium). Geological Survey of Belgium, professional paper n° 300.

SINTUBIN, M., DEBACKER, T.N. & VAN BAELEN, H., 2009. Early Palaeozoic orogenic events north of the Rheidic suture (Brabant, Ardenne): A review. *Geoscience*, **341**: 156-173.

Voor de Cenozoïsche lagen :

HOUTHUYS, R., 2011. A sedimentary model of the Brussels Sands, Eocene, Belgium. *Geologica Belgica*, **14**: 55-74.

VANDENBERGHE, N., LAGA, P., STEURBAUT, E., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R., 1998. Tertiary sequence stratigraphy at the southern border of the North Sea Basin in Belgium. *In* Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins, SEPM Special Publication No. 60: 119-154.

VANDENBERGHE, N., VAN SIMAEYS, S., STEURBAUT, E., JAGT, J.W.M. & FELDER, P.J., 2004. Stratigraphic architecture of the Upper Cretaceous and Cenozoic along the southern border of the North Sea Basin in Belgium. *Geologie en Mijnbouw*, **83**: 155-171.