

Bijlage 3, Universiteit Wageningen



WAGENINGEN UNIVERSITEIT
WAGENINGEN **UR**

Anatomisch onderzoek naar het ontstaan en de opbouw van bastknobbels in straatbomen.

Het onderzoek is uitgevoerd bij *Fraxinus excelsior* 'Atlas' en 'Westhofs Glorie',
Gleditsia triacanthos 'Inermis' en *Acer saccharinum* 'Pyramidale'.



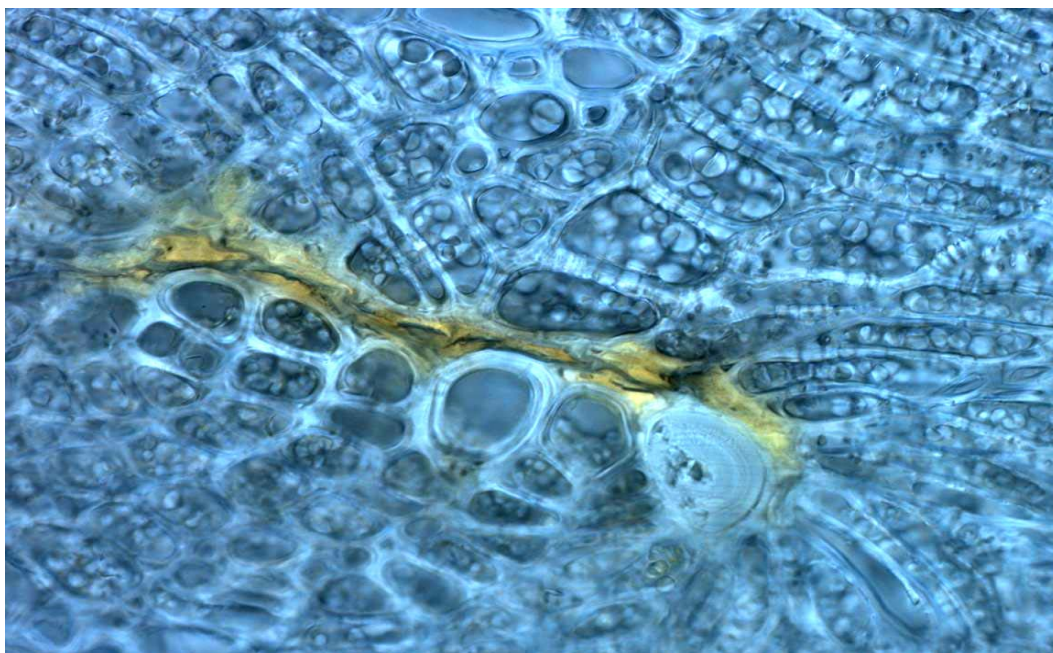
Uitgevoerd door:

Dr. A.M. (André) van Lammeren, Leerstoelgroep Plantencelbiologie, Wageningen Universiteit

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bomen
November 2006

PPO Bomen 32 340323 00

Anatomisch onderzoek naar het ontstaan en de opbouw van bastknobbels in *Fraxinus excelsior*, *Gleditsia triacanthos* en *Acer saccharinum*.



Een groepje bruine afgestorven cellen, de oorsprong van een knobbeltje in *Fraxinus excelsior*.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Alphen aan den Rijn

Projectleider: Ir A.J. van Kuik
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bomen
Adres : Prof. Van Slogterenweg 2
Postbus AB Lisse
Tel. : 0252 – 46 21 21
Fax : 0252 – 46 2
E-mail : fons.vankuik@wur.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl
Uitvoerder: Dr. AAM van Lammeren
Leerstoelgroep Plantencelbiologie
Wageningen Universiteit en Research Centrum
Arboretumlaan 4
6703 BD Wageningen
andre.vanlammeren@wur.nl

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

1 Publieksamenvatting

In opdracht van de gemeente Alphen aan den Rijn is een onderzoek opgezet naar de ontwikkeling en opbouw van bastknobbels in een aantal boomsoorten. Deze bastknobbels zijn de laatste jaren in aantal sterk toegenomen en komen op verschillende boomsoorten voor, zowel dicht bij het maaiveld, midden op de stam als ook net onder de kroon.

Voor het onderzoek zijn op 7 september 2006 op 5 locaties in Alphen aan den Rijn monsters genomen van vijf verschillende bomen: *Fraxinus excelsior* 'Atlas', *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', 2 x *Gleditsia triacanthos* 'Inermis' en *Acer saccharinum* 'Pyramidale'.

Van deze bomen zijn knobbels van verschillende groottes onderzocht. De knobbels zijn in dunne plakjes gesneden en met de lichtmicroscopie bekeken.

Het blijkt dat de knobbels bij *Fraxinus excelsior* en *Gleditsia triacanthos* op eenzelfde wijze ontstaan: dicht bij het stamoppervlak.

De oorsprong van de knobbel zit in de buitenste bastlaag van de stam. De knobbel bestaat uit een kern van hout. Het hout is omhuld door een vaatweefselvormend sapvlies, cambium genaamd. Dit cambium vormt naar binnen toe hout en zet naar buiten toe een laag bastweefsel af. Het hout van de knobbel is niet via houtvaten verbonden met het normale hout van de stam van de boom maar bestaat wel uit dezelfde elementen. In de knobbels zijn in het hout duidelijke groeiringen aangetroffen. De knobbels leveren in het geheel geen bijdrage aan de opwaartse en neerwaartse stromen van water, mineralen en voedingsstoffen. In sommige cellen van de knobbels is wel zetmeelopslag waargenomen.

Wat betreft de ontstaanswijze is meer dan eens gezien dat de knobbel is gevormd om een groepje cellen dat verdrukt en bruin verkleurd is. Een groepje afgestorven cellen is dus het begin van het ontstaan van een knobbeltje. De afgestorven cellen liggen niet direct aan het stamoppervlak, maar een paar cellagen dieper.

Het is bekend dat indien ergens in de plant cellen afsterven, de plant reageert met het vormen van een beschermend kurk laagje. In het geval van *Fraxinus* en *Gleditsia* heeft geen kurkvorming plaatsgevonden, maar is een knobbeltje ontstaan dat bestaat uit hout en bastweefsel. Dit is abnormaal. Na verloop van tijd ontstaat een kogelvormig groeisel in de buitenste bastlaag, dus vlak onder de oppervlakte van de stam. Dit kogelvormige groeisel neemt gestaag in diameter toe waardoor een markante knobbel op de stam verschijnt. Knobbeldiameters variëren van enkele millimeters tot enkele centimeters. Deze ontwikkeling is bij *Gleditsia triacanthos* en *Fraxinus excelsior* vastgesteld.

Over de oorzaak van het ontstaan van de knobbels kan op basis van dit onderzoek geen uitsluitend gegeven worden.

De ontstaanswijze van de knobbels bij *Acer* is anders.

Hier blijkt dat in het normale cambium van de stam een verandering optreedt in het type cellen dat gevormd wordt. Het is bij *Acer* normaal dat het cambium naar binnen toe houtweefsel met houtvaten vormt en naar buiten toe bastweefsel met zeefvaten. Ter plaatse van een 'knobbel' worden in het cambium nauwelijks of geen hout- en zeefvaten gevormd, maar andere celtypen. Deze cellen strekken zich meer dan normaal en dat leidt tot vervorming van het omliggende weefsel. Omdat deze ontwikkelingen zich niet vlak onder het oppervlak afspelen zoals bij *Fraxinus excelsior* en *Gleditsia triacanthos* maar dieper in de stam op de overgang van hout naar bast, is de plaatselijke opbolling minder markant dan bij *Fraxinus* en *Gleditsia*. Het verschijnsel leidt tot 'heuvelvorming'.

Duidelijk is dat het verschijnsel meer dan enige jaren optreedt omdat het al zichtbaar is in dieper gelegen jaarringen. Ook hier kan nu nog niet gezegd worden wat de oorzaak is van de vorming van andere celtypen. Aanbevolen wordt om aanvullend onderzoek te doen naar de oorzaak van de knobbelvorming.

Omdat de knobbelvorming heel snel gaat, is het van belang ook het verloop van de knobbelontwikkeling nauwkeurig te volgen.

Inhoudsopgave

pagina

1	Inleiding en werkwijze.....	5
2	Resultaten en bespreking	6
2.1	Knobbelontwikkeling bij <i>Fraxinus excelsior</i> 'Atlas' en 'Westhofs Glorie' en <i>Gleditsia triacanthos</i> 'Inermis'	6
2.2	Knobbelontwikkeling bij <i>Acer saccharinum</i> 'Pyramidale'	6
3	Conclusies	7
4	Aanbevelingen	7
5	Beeldverslag <i>Fraxinus excelsior</i> 'Atlas'	8
6	Beeldverslag <i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhofs Glorie'	15
7	Beeldverslag <i>Gleditsia triacanthos</i> 'Inermis'	22
8	Beeldverslag <i>Acer saccharinum</i> 'Pyramidale'	28

2 Inleiding en werkwijze

In opdracht van de gemeente Alphen aan de Rijn is een onderzoek opgezet naar de ontwikkeling en opbouw van bastknobbels in een aantal boomsoorten in de gemeente Alphen aan de Rijn.

Deze bastknobbels zijn de laatste vijf jaar in aantal explosief toegenomen en komen op verschillende boomsoorten voor, zowel dicht bij het maaiveld, midden op de stam en ook net onder de kroon.

Voor het onderzoek zijn op 7 september 2006 monsters genomen van vijf verschillende bomen waarvan de soort en standplaats hieronder is weergegeven.

1. *Fraxinus excelsior* 'Atlas', locatie Afrikalaan tegenover huisnummer 99 aan de slootzijde (monster 1)
2. *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', locatie Eisenhouwerlaan ten zuiden van het Shell benzinestation (monster 4)
3. *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', locatie Gravenstraat zijkant huisnr. 18 (monster 3)
4. *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', locatie Mexicostraat tegenover huisnr. 4 (monster 2)
5. *Acer saccharinum* 'Pyramidale', locatie Zadelmaker-Klepperman tegenover lantarenpaal 8 (monster 5)

Van de bovenstaande bomen zijn knobbels van verschillende groottes eerst gefotografeerd, vervolgens gemonsterd met een holpijp met een inwendige diameter van 20 mm en bewaard in fixeervloeistof. Daarbij is gebruik gemaakt van een mengsel van 1% glutaraaldehyde en 2% formaldehyde in 0,1 M fosfaatbuffer buffer pH 6,5.

Van de monsters zijn in het Botanisch Laboratorium in Wageningen dunne coupes (15-25 µm) gesneden. De coupes zijn verwerkt tot lichtmicroscopische preparaten en die preparaten zijn met de lichtmicroscop geanalyseerd. Van de coupes zijn vervolgens microfoto's gemaakt.

In het hier volgende verslag zijn per boomsoort de bevindingen inclusief microfoto's bijeengebracht.

Onderstaande tabel geeft aan welke monsters van welke bomen zijn geanalyseerd

<i>F. excelsior</i> cv. 'Atlas'	Jong 1x	Middelgroot 3x	Groot 2x	Totaal 6
<i>F. excelsior</i> cv. 'Westhofs Glorie'	Jong 2x	Middelgroot 1x	Groot 1x	Totaal 4
<i>G. triacanthos</i> cv. 'Inermis'	Jong 1x	Middelgroot 1x	Groot 1x	Totaal 3
<i>G. triacanthos</i> cv. 'Inermis'	Jong 1x	Middelgroot 2x	Groot 1x	Totaal 4
<i>Acer saccharinum</i> cv. 'Pyramidale'	Jong 1x	Middelgroot 1x	Groot 2x	Totaal 4

3 Resultaten en bespreking

3.1 **Knobbelontwikkeling bij *Fraxinus excelsior* 'Atlas' en 'Westhofs Glorie' en *Gleditsia triacanthos* 'Inermis'**

In grote lijnen blijkt dat de knobbels bij *Fraxinus excelsior* en *Gleditsia triacanthos* op eenzelfde wijze ontstaan: dicht bij het stamoppervlak. Zeker in één geval is aangetoond dat de knobbel zijn oorsprong heeft in de buitenste floëmlaag van de stam.

De knobbel bestaat uit een kern van secundair xyleem (hout). Het xyleem is omhuld door een vaatweefselvormend cambium dat het xyleem gevormd heeft. Hetzelfde cambium zet naar buiten toe een laag secundair floëm af. Het xyleem van de knobbel is niet door xyleem verbonden met het normale xyleem van de boom maar bestaat wel uit dezelfde elementen. In de knobbels zijn in het xyleem duidelijke groeiringen aangetroffen. Bij knobbels van om en nabij 0,5 cm kunnen dat al tot 10 groeiringen zijn.

Het xyleem en floëm wijken in hun oriëntatie volledig af van het reguliere secundair xyleem en floëm en leveren daarom in het geheel geen bijdrage aan de opwaartse en neerwaartse stromen van water, mineralen en voedingsstoffen. Wel is er zetmeelopslag in parenchymatische elementen op het moment van monstername (7-9-2006).

Bij *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie' kan een jaarring van het normale xyleem van binnen naar buiten meer dan 100 cellen breed zijn. In een knobbel zijn de groeiringen in dat geval ongeveer 10 cellen breed.

Wat betreft de ontstaanswijze is meer dan eens gezien dat de knobbel is gevormd om een groepje cellen dat verdrukt en bruin verkleurd is. In minstens één geval is vastgelegd dat bij het groepje necrotische cellen een bastvezel aanwezig was. Deze bastvezel bevond zich in het meest buitenwaarts gelegen floëm, op ongeveer 10 cellen afstand van het stamoppervlak. Dat betekent dat de initiatie niet in de epidermale of subepidermale lagen heeft plaatsgevonden. Deze bastvezel had een celwand waarin afbraak had plaatsgevonden.

Het is bekend dat indien ergens in de plant necrose optreedt, de plant reageert met het vormen van een kurkvormend cambium in de parenchymcellen die grenzen aan de necrotische cellen. Door vervolgens kurkcellen te vormen, schermt de plant de necroseplek af van de gezonde weefsels. In het geval van *Fraxinus* en *Gleditsia* heeft zich niet een kurkvormend cambium maar een vaatweefselvormend cambium ontwikkeld. Dit is abnormaal. Wel is bij sommige boomsoorten bekend dat een vaatweefselvormend cambium ontstaat in secundair floëm. Dat leidt dan tot de vorming van interxylair floëm van het concentrische type. In het geval van de bastknobbels ontstaat het vaatweefselvormend cambium als een kapsel om de necrotische cellen, en het heeft vervolgens houtweefsel (xyleem) naar binnenwaarts afgezet en bastweefsel naar buitenwaarts op een wijze die normaal is voor een vaatweefselvormend cambium. Hierdoor ontstaat na verloop van tijd een kogelvormig groeisel in het buitenste floëm, dus vlak onder de oppervlakte van de stam. Dit kogelvormige groeisel bestaat voornamelijk uit libriform, houtvaten en parenchymcellen zoals ook bij het secundair xyleem van de stam en neemt gestaag in diameter toe waardoor een markante knobbel op de stam verschijnt. Knobbeldiameters variëren van enkele millimeters tot enkele centimeters. Deze ontwikkeling is bij *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', *Fraxinus excelsior* 'Atlas' en *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie' vastgesteld.

In de fotobijlage zijn de beelden van de ontwikkeling van de bastknobbels van *Fraxinus* en *Gleditsia* weergegeven. Een deel van de foto's bestaat uit opnamen van het uiterlijk aanzicht van de stam van de boom, andere geven macro-opnames van dwarse doorsneden van de knobbels in verschillende ontwikkelingsstadia en ten slotte zijn er microfoto's gemaakt met de lichtmicroscopie die de cellulaire opbouw van de knobbels laten zien. Over de oorzaak van het ontstaan van de knobbels kan op basis van dit onderzoek geen uitsluitend gegeven worden.

3.2 **Knobbelontwikkeling bij *Acer saccharinum* 'Pyramidale'**

De ontstaanswijze van de knobbels van *Acer saccharinum* 'Pyramidale' is anders. Hier blijkt dat in het normale vaatweefselvormende cambium van de stam een verandering optreedt in het type cellen dat gevormd wordt. Het is bij *Acer saccharinum* normaal dat het cambium naar binnen toe libriform, houtvaten, lengteparenchym en houtstraalparenchym vormt en naar buiten toe bastvezels, zeefvaten, begeleidende cellen, lengteparenchym en baststraalparenchym.

Ter plaatse van een 'knobbel' worden in het vasculaire cambium alleen of voornamelijk houtstraalparenchymcellen en baststraalparenchymcellen gevormd omdat ter plaatse in het cambium de initialen voor andere celtypen ontbreken. De houtstraalparenchymcellen op deze plaats strekken in radiale richting meer dan normaal en dat leidt tot vervorming van het omliggende weefsel. Omdat deze ontwikkelingen zich niet vlak onder het oppervlak afspelen zoals bij *Fraxinus excelsior* en *Gleditsia triacanthos* maar dieper in de stam op de overgang van xyleem naar floëem, is de plaatselijke opbolling minder markant dan bij *Fraxinus* en *Gleditsia*. Het verschijnsel leidt tot 'heuvelvorming'. Duidelijk is dat het verschijnsel meer dan enige jaren optreedt omdat het al zichtbaar is in dieper gelegen xyleemjaarringen. Ook hier kan nu nog niet gezegd worden wat de oorzaak is van de verandering in de cambiumsamenstelling.

4 Conclusies

- Bij *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', *Fraxinus excelsior* 'Atlas' en *F. excelsior* 'Westhofs Glorie' is vastgesteld dat de bastknobbels zijn ontstaan in het buitenste deel van de bast, dus vlak onder de oppervlakte van de stam
- De knobbels zijn kogelvormige uitgroeiingen die gestaag in grootte toenemen
- De groei van de knobbels gebeurt op een wijze die normaal is voor vaatweefselvormend cambium
- Vastgesteld is dat een paar dode cellen het centrum van de knobbels vormen. Normaal gesproken vormt de boom hieromheen kurkvormend cambium, maar bij de knobbels is dat niet het geval. In plaats van kurkvormend cambium zien we nu vaatweefselvormend cambium
- De dode cellen zijn hoogstwaarschijnlijk de aanleiding van knobbelvorming
- Wat de necrose heeft veroorzaakt is met dit verkennende onderzoek nog niet vastgesteld
- De ontstaanswijze van de knobbels van *Acer saccharinum* 'Pyramidale' is anders. Hier blijkt dat in het normale vaatweefselvormende cambium van de stam een verandering optreedt in het type cellen dat gevormd wordt
- Omdat deze ontwikkelingen zich niet vlak onder het oppervlak afspelen maar dieper in de stam op de overgang van hout naar bast, is de plaatselijke opbolling minder markant dan bij *Fraxinus* en *Gleditsia*.
- Ook hier kan nu nog niet gezegd worden wat de oorzaak is van de verandering in de cambiumsamenstelling

5 Aanbevelingen

- Aanvullend onderzoek naar de oorzaak van de knobbelvorming. Daarvoor zijn aanvullende experimenten nodig.
- Omdat door de beheerders in Alphen aan de Rijn de zorg is uitgesproken dat de knobbelontwikkeling heel erg snel gaat, is het van belang ook de dynamiek van de knobbelontwikkeling vast te stellen. Ook daarvoor zijn aanvullende experimenten noodzakelijk.

6 Beeldverslag *Fraxinus excelsior* 'Atlas'

Fig. 1 *Fraxinus excelsior* 'Atlas'. Opname na monsternamen.





Fig. 2 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', detail bastknobbels.



Fig. 3 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', detail bastknobbels, jong stadium.



Fig. 4 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', detail bastknobbels, middenstadium

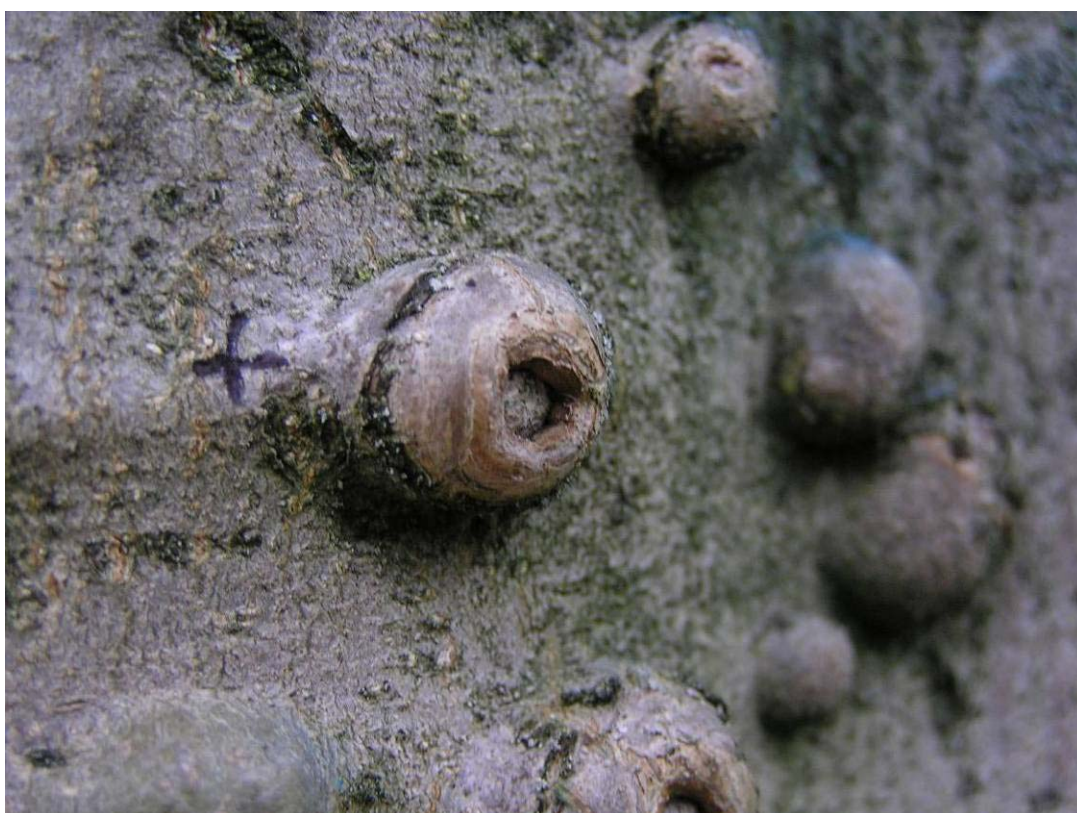


Fig. 5 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', oud stadium met kwetsuur op de top van de gemarkeerde knobbel.

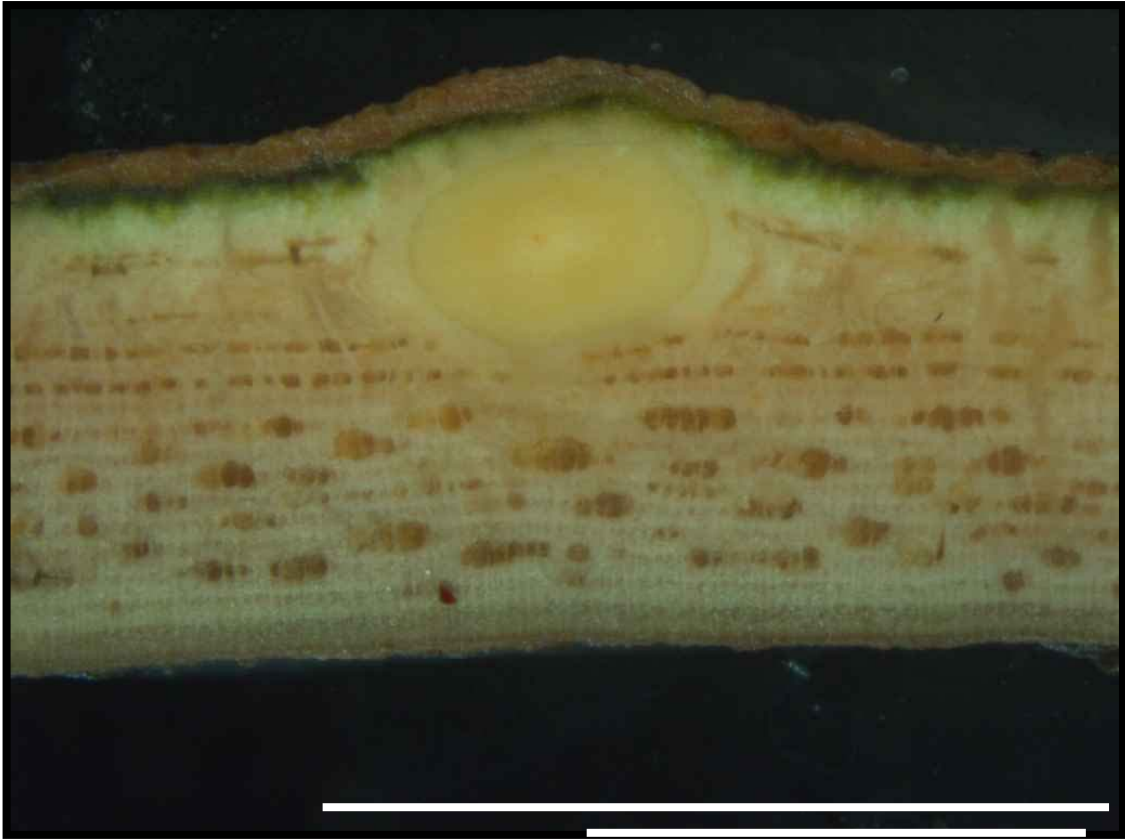
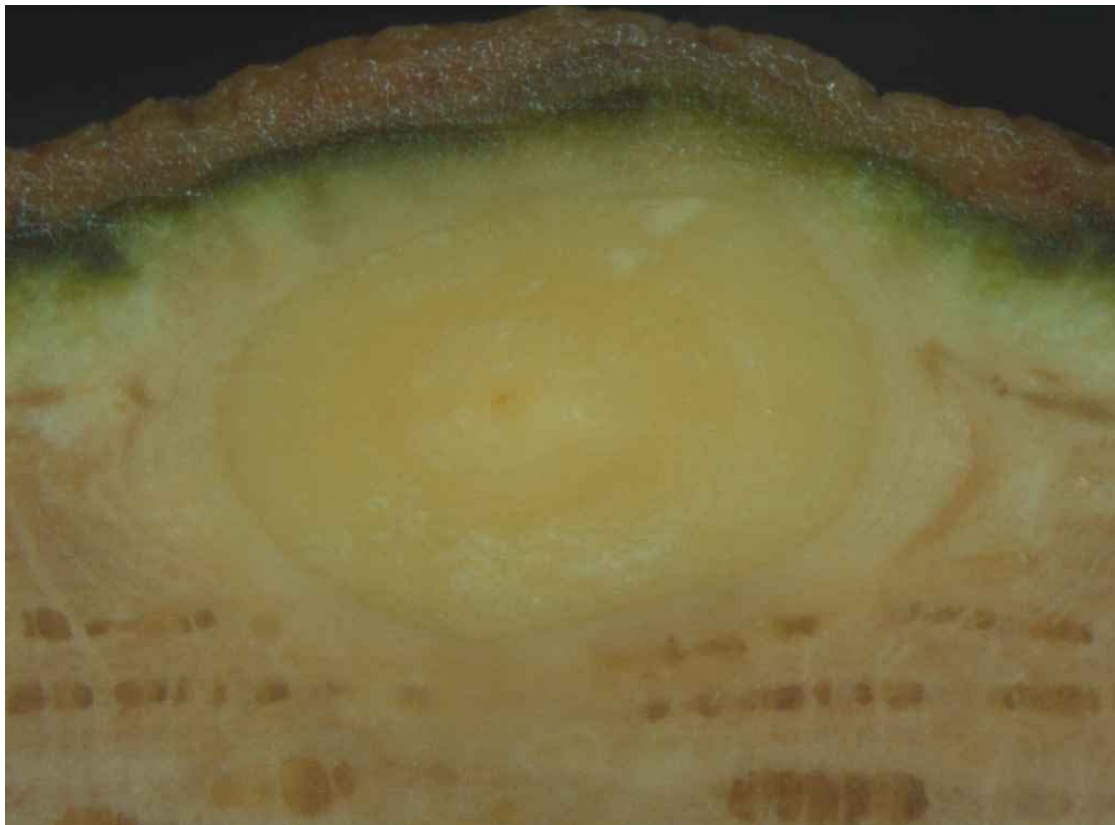


Fig. 6 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', macro-opname knobbelontwikkeling, vroeg stadium (DC-0014). Streepje is 1cm.
 Fig. 7 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', detail knobbelontwikkeling, vroeg stadium (DC-0015). Streepje is 0.5cm.



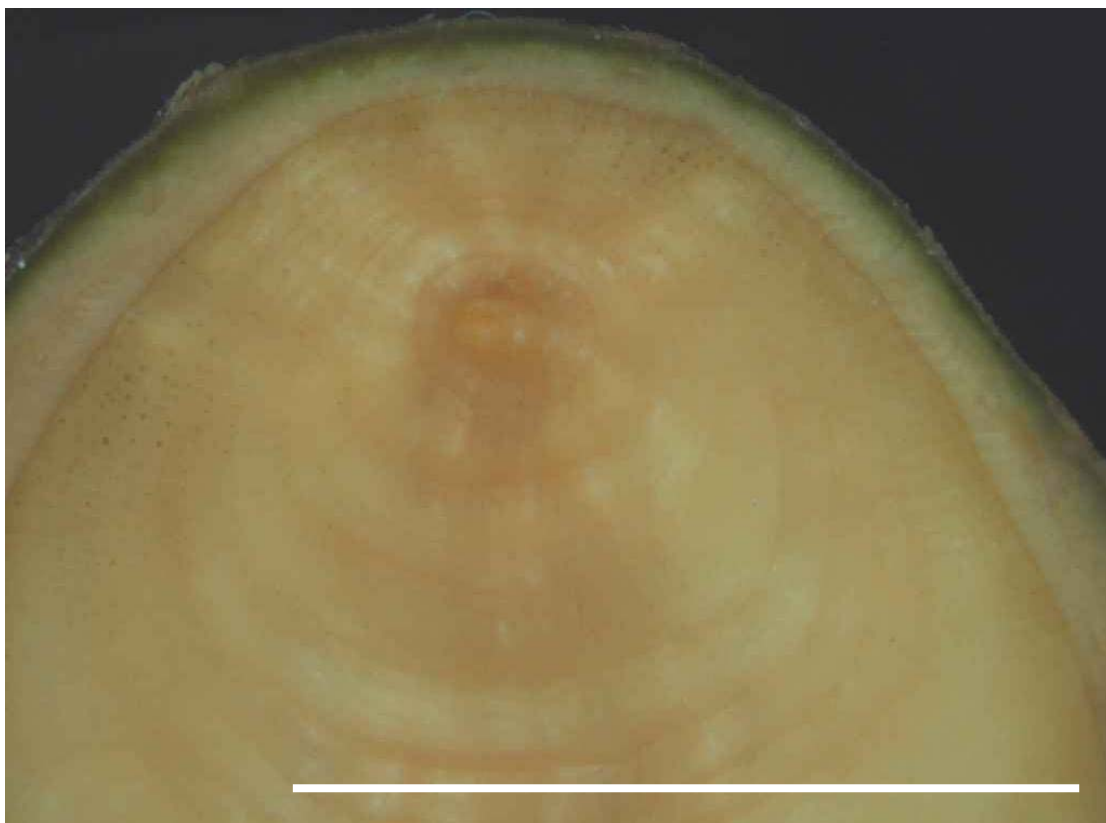


Fig. 8 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', knobbelontwikkeling, oud stadium (DC-0018). Streepje is 1cm.

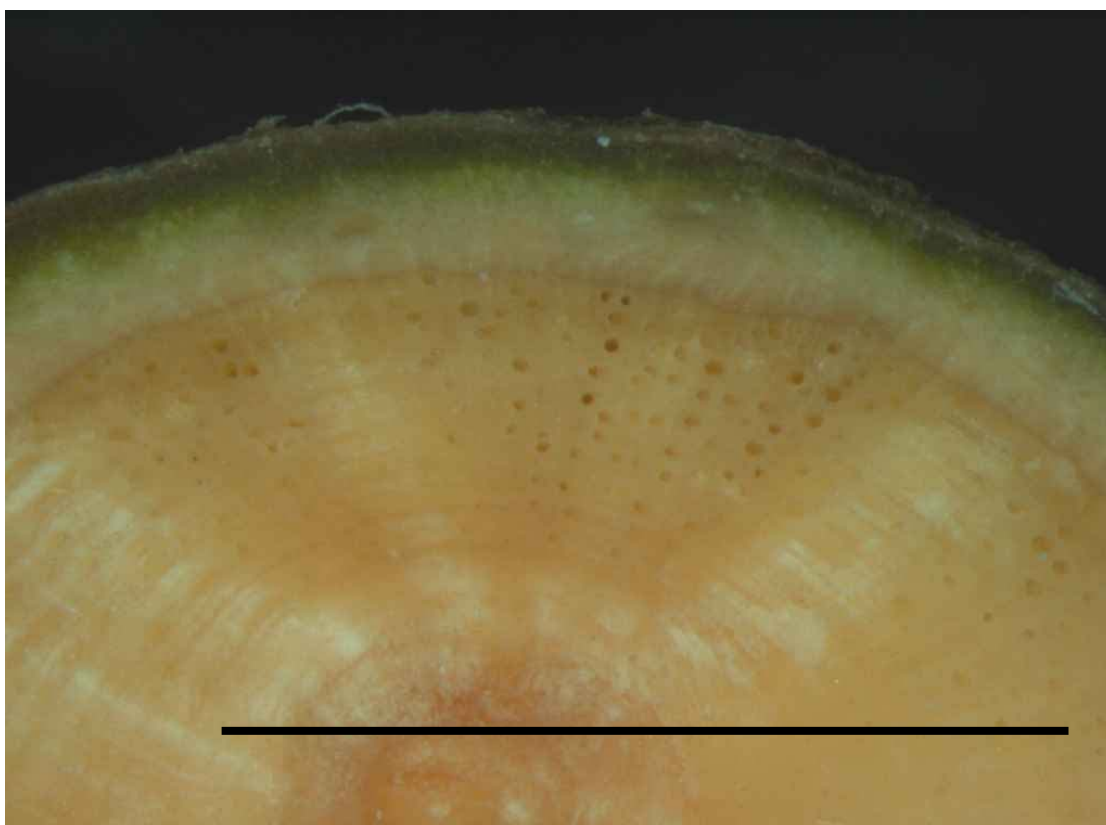


Fig. 9 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', knobbelontwikkeling oud stadium detail (DC-0020). Streepje is 0.5cm.

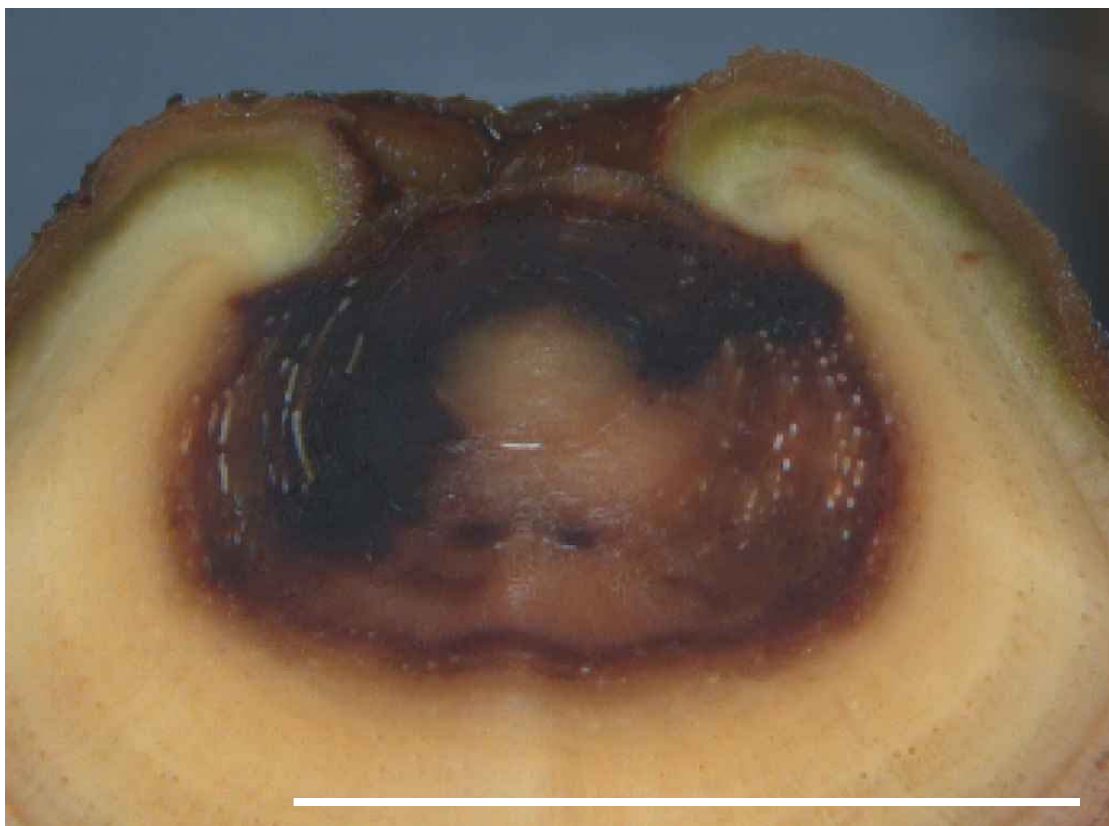


Fig. 10 *Fraxinus excelsior* 'Atlas' met knobbel die aan de top beschadigd is (DC-0043)
Streepje is 1cm.

Fig. 11 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', Detail
overgroeiing op plaats van wond van
boven-staande foto (LM-0076)
Streepje is 1000 μ m.



Fig. 12 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs
Glorie'. Normaal periderm (secundair
kurk) dat de boomstam beschermt tegen
uitdroging en invasie van buitenaf (LM-
0132). Streepje is 100 μ m.



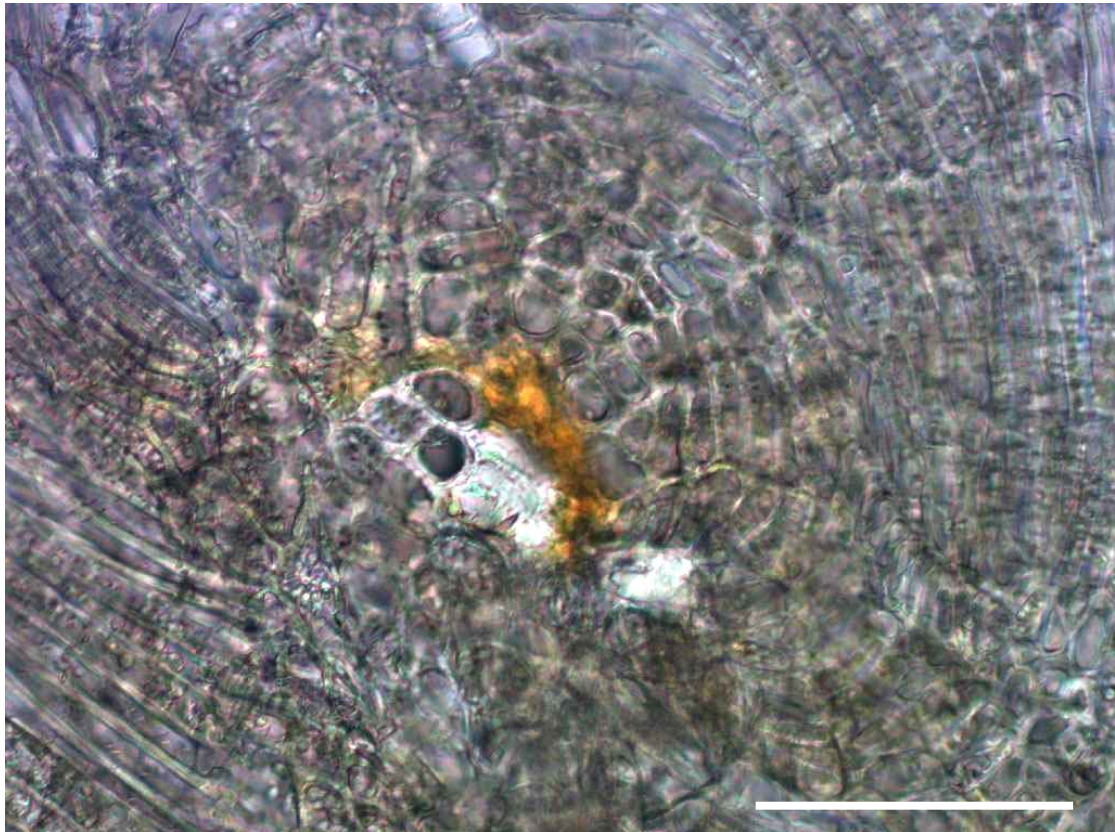


Fig. 13 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', detail xyleem in knobbel geobserveerd met lichtmicroscopie. Let op necrose (bruin gekleurd) in centrumgebied ! (LM-0001). Streepje 100 μ m.

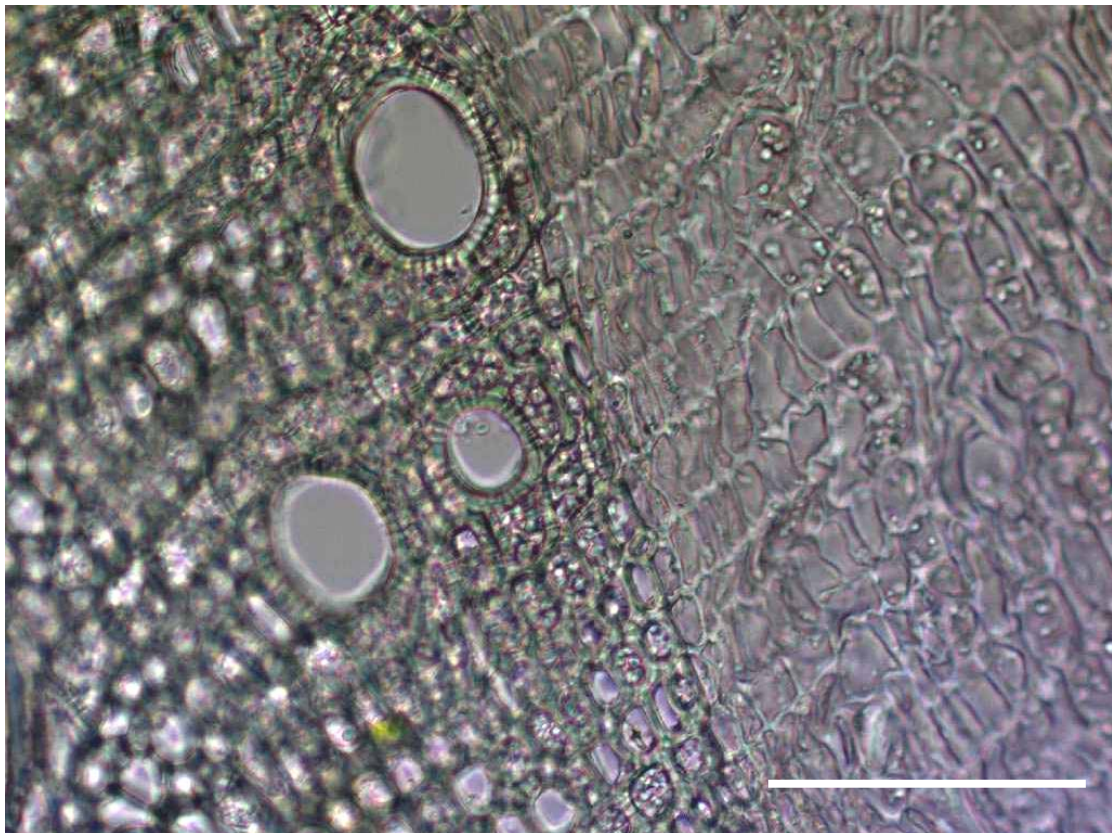


Fig. 14 *Fraxinus excelsior* 'Atlas', knobbel, detail overgang van secundair xyleem naar vaatweefselvormend cambium naar secundair floëm (LM-0009). Streepje is 100 μ m.

7 Beeldverslag *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie'



Fig. 15 Opname stam *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie' met knobbels in verschillende ontwikkelingsstadia (P9070470).

Fig. 16 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', detail knobbelontwikkeling (P9070466).



Fig. 17 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', macro-opname jonge bastknobbel (DC-0056). Streepje is 1cm.



Fig. 18 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', macro-opname middelstadium knobbel (DC-0051). Streepje is 1cm.



Fig. 19 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', overzicht oude knobbel macro-opname (DC-0049). Streepje is 1cm.

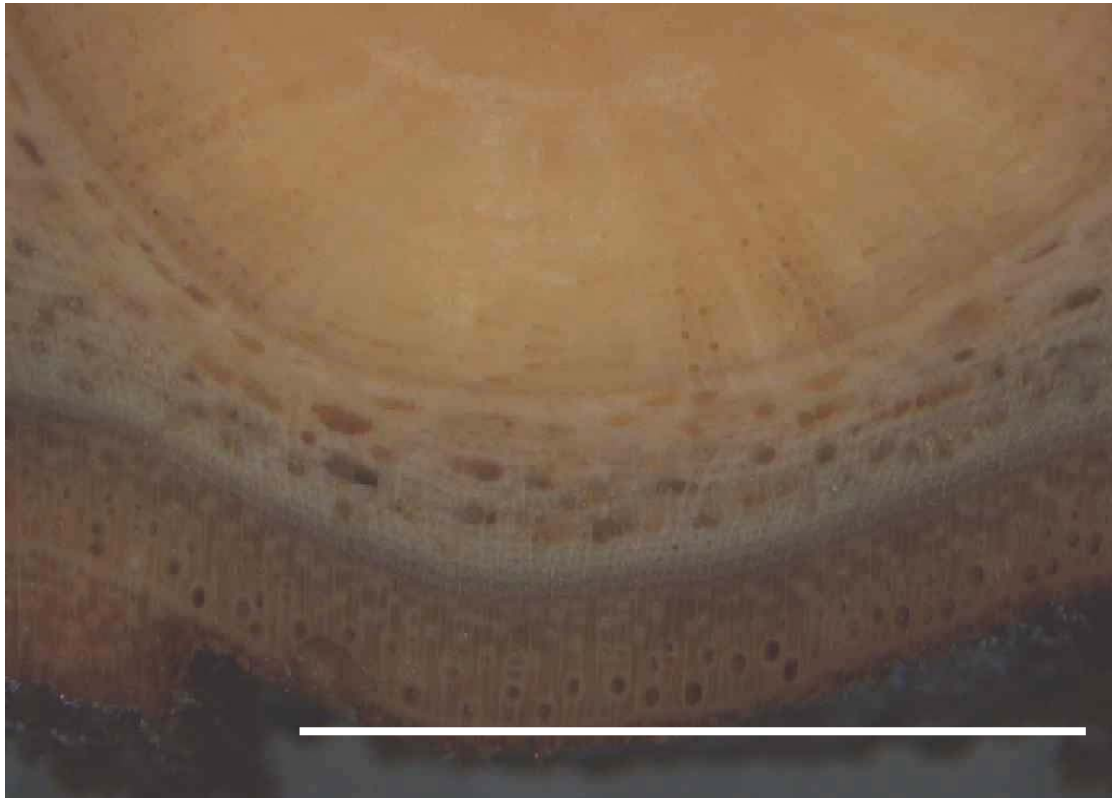
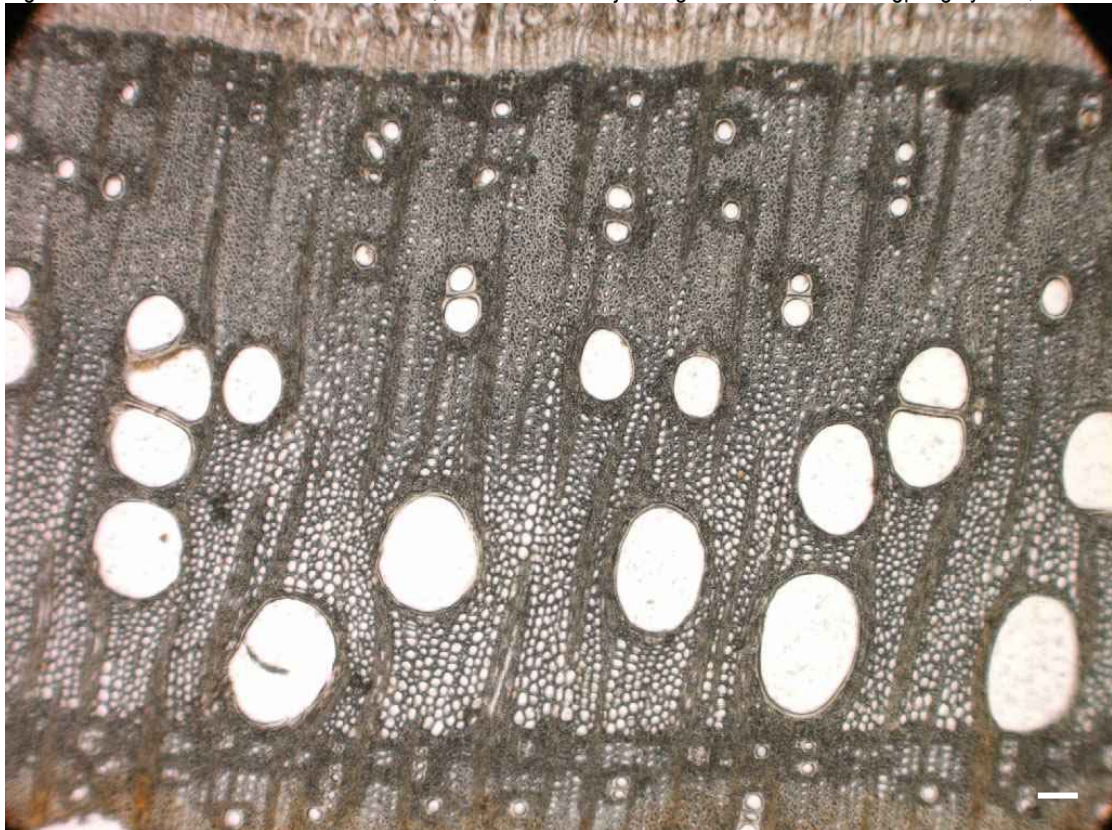


Fig. 20 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', oude knobbel macro-opname van xyleemzijde (DC-0047). Streepje is 1cm.

Fig. 21 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', overzicht laatste jaarring van het normaal kringporig xyleem, aan de



bovenzijde aansluitend op het vaatweefselvormend cambium (LM-0094). Streepje is 100µm.

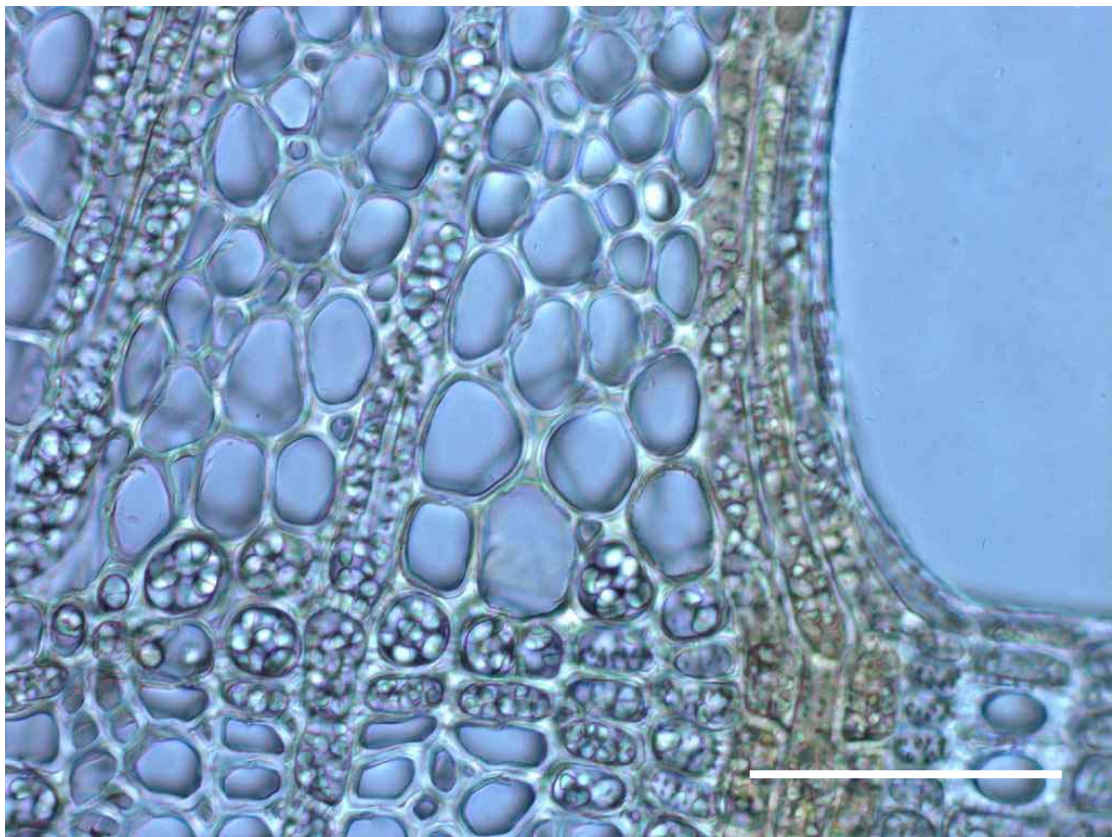


Fig. 22 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', detail normaal secundair xyleem nabij jaargrens. Let op aanwezigheid van terminaal parenchym (pijl, LM-0097). Streepje 100 μ m.

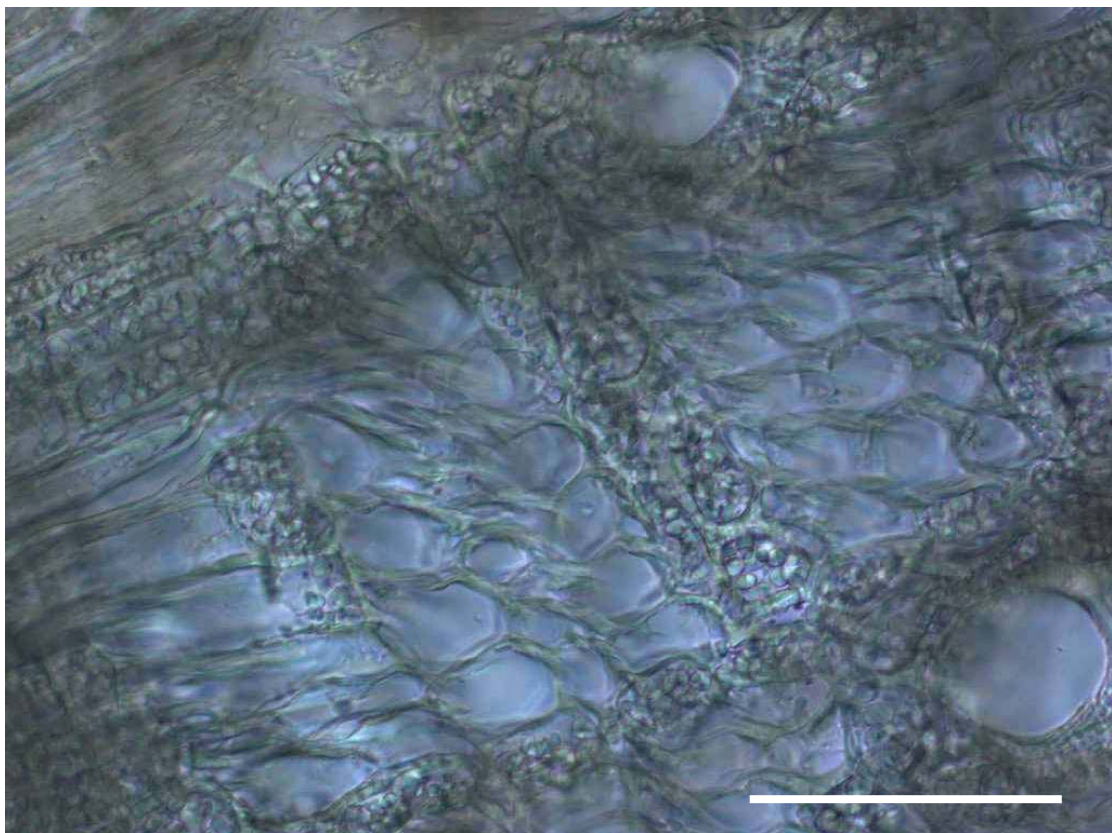


Fig. 23 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', detail xyleem in knobbel met twee banden terminaal parenchym (pijlen). Links boven ligt het cambium (LM-0104). Streepje is 100 μ m.

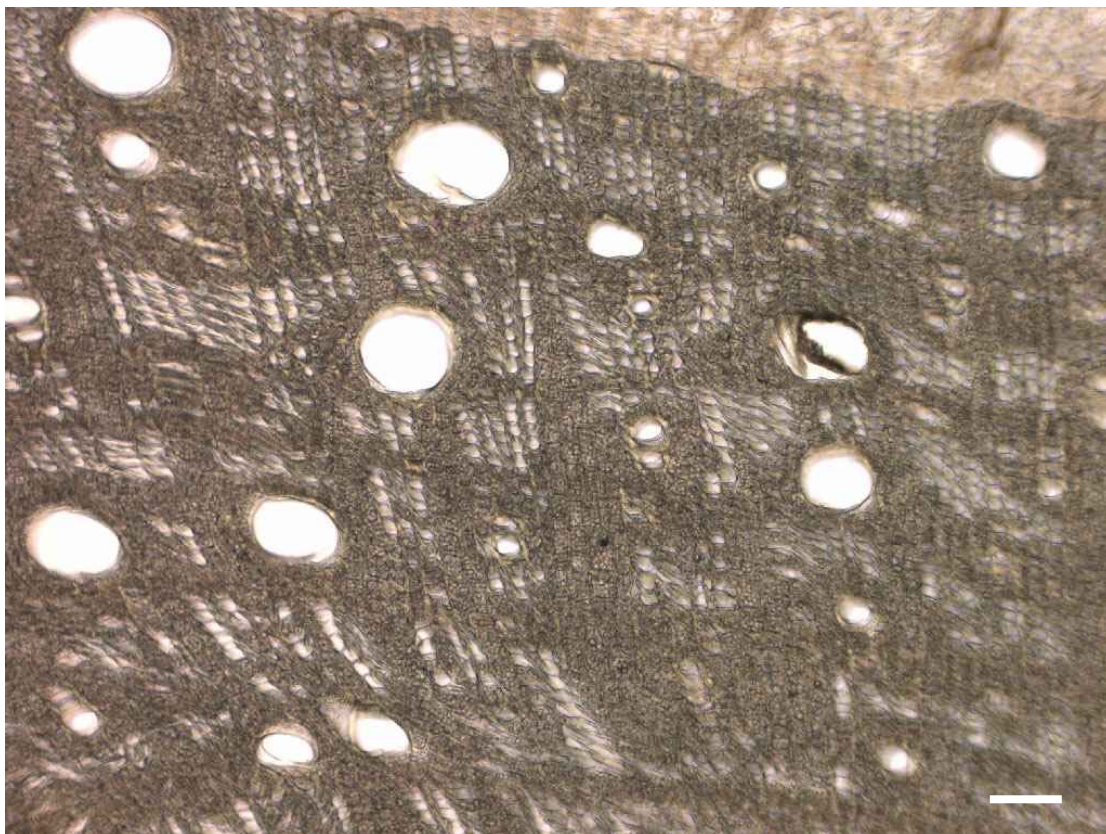


Fig. 24 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', opname van oude bastknobbel met 5-6 groeiringen in het xyleem (LM-0101). Streepje is 100 μ m.

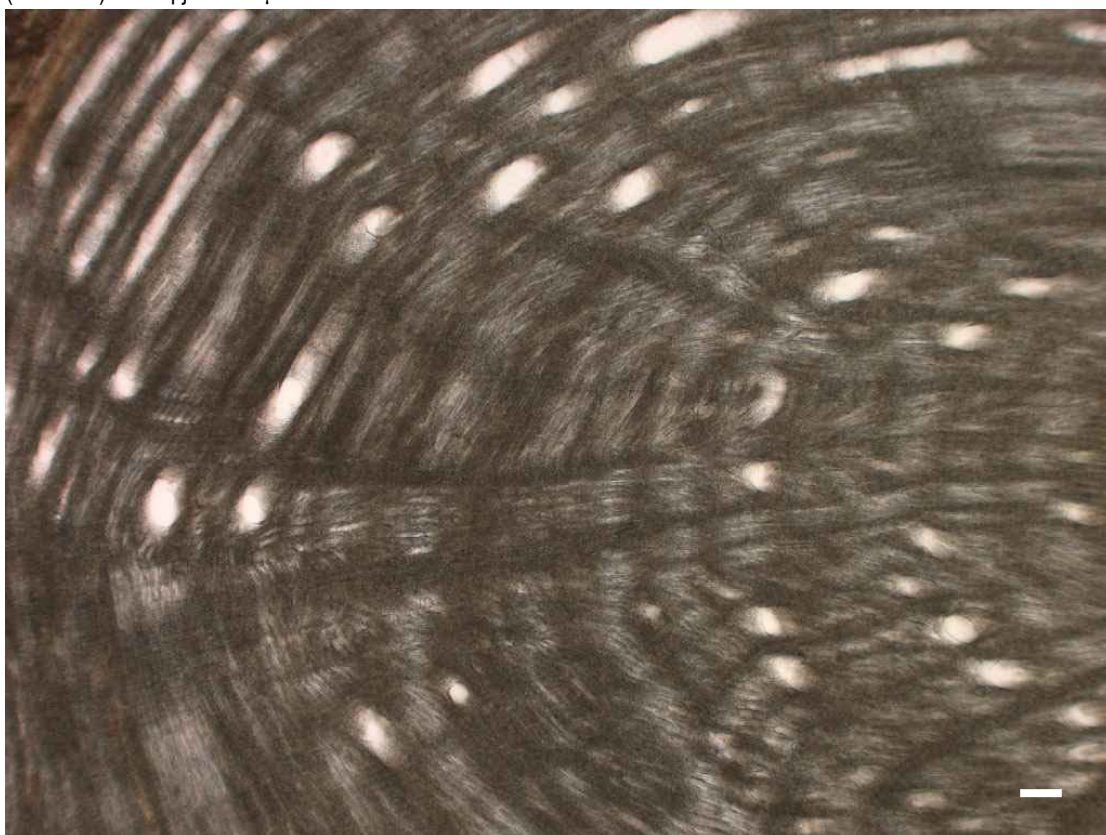
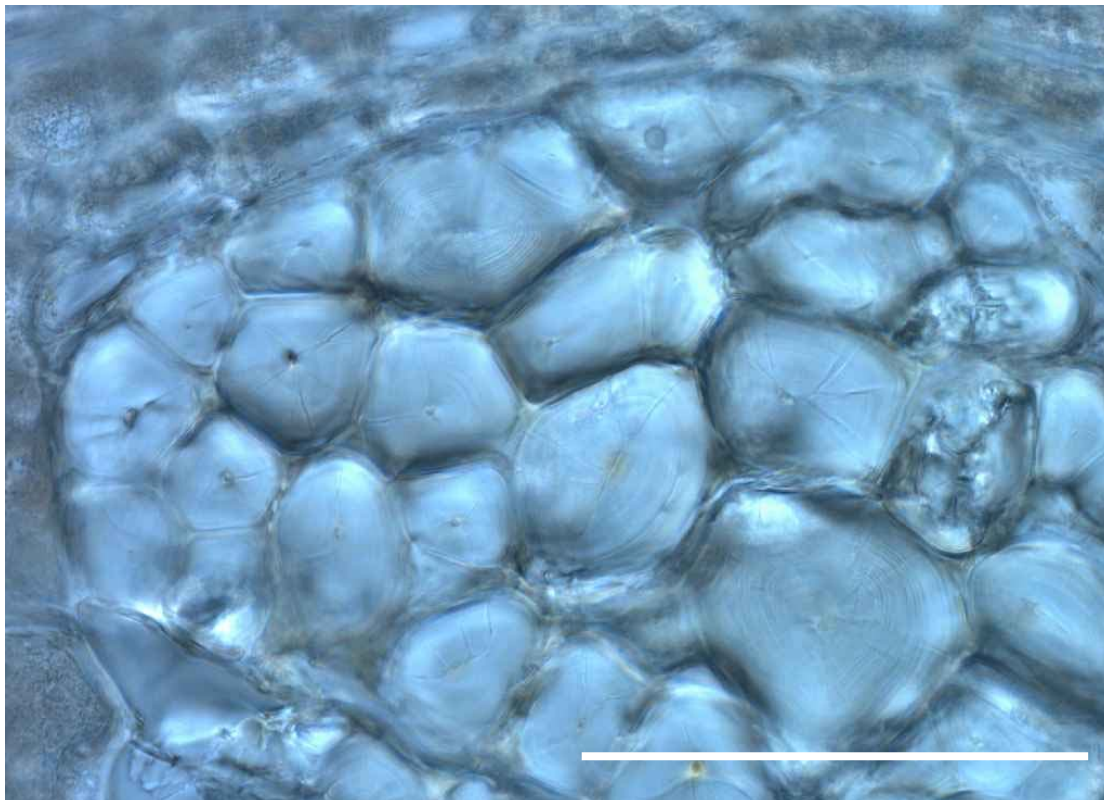


Fig. 25 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', opname van middenstadium bastknobbel met zicht op groeiringen (LM-0116). Streepje is 100 μ m.



Fig. 26 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', Jonge knobbel met in het centrum een necrotische plaats (met een bastvezelbastvezel, pijl) waaromheen de bastknobbel is gaan groeien (LM-0120). Let op dit is een cruciale opname! Streepje is 100µm.

Fig. 27 *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', detail van bastvezels zoals die normaal in het secundair floëem te



zien zijn (LM-0139). Streepje is 100µm.

8 Beeldverslag *Gleditsia triacanthos* 'Inermis'



Fig. 28 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', detail monsterplaats (P 9070439).



Figs 29 en 30 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis' met takdoorns (links) en vrijgeprepareerde takdoorn naast een 'bastknobbel' gefotografeerd in Wageningen.



Figs 31 en 32 *Gleditsia triacanthos* cv. 'Inermis', bastknobbel, voor (links) en na (rechts) monstername (P9070440 en P9070444).



Fig. 33 *Gleditsia triacanthos* cv. 'Inermis', macro-opname jonge knobbel (DC-0029). Streepje 0.5cm.

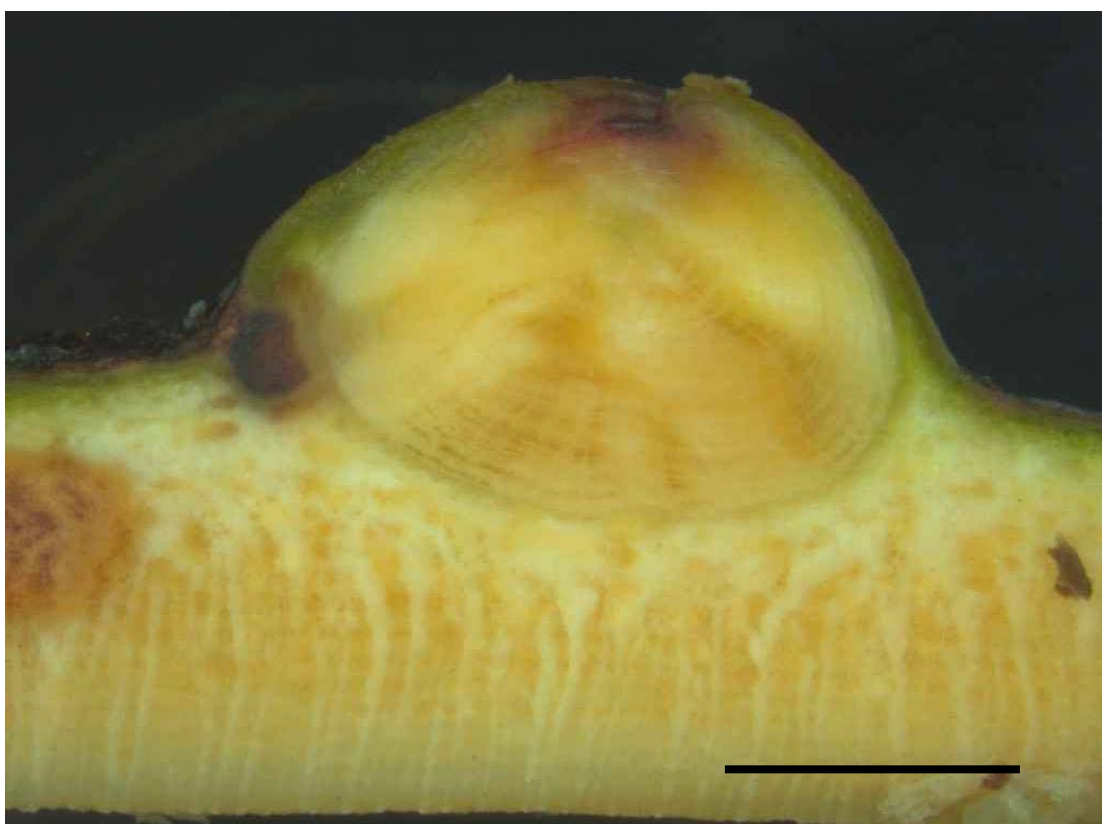


Fig. 34 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', macro-opname middenontwikkelingsstadium knobbel (DC-0035). Streepje is 1 mm

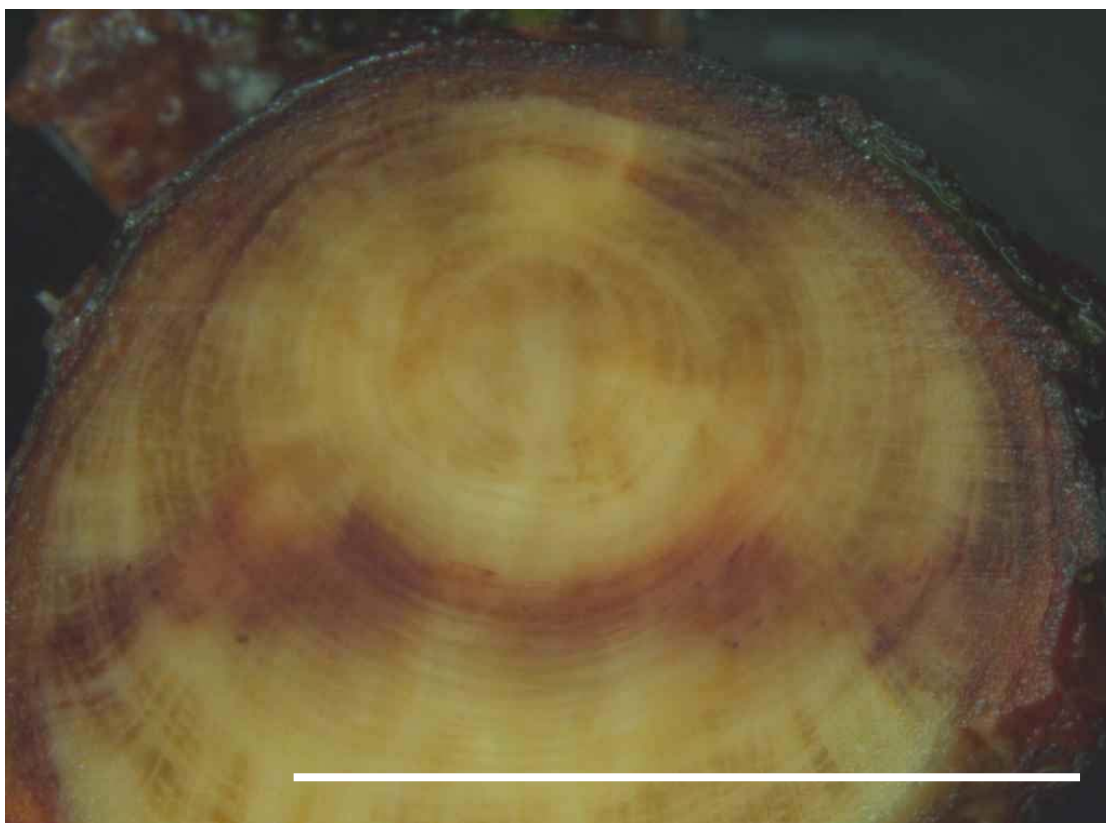


Fig. 35 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', macro-opname oud ontwikkelingsstadium knobbel (DC-0021). Streepje is 1cm.

Fig. 36 DC-0026 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', oud ontwikkelingsstadium knobbel. Streepje is 1cm.

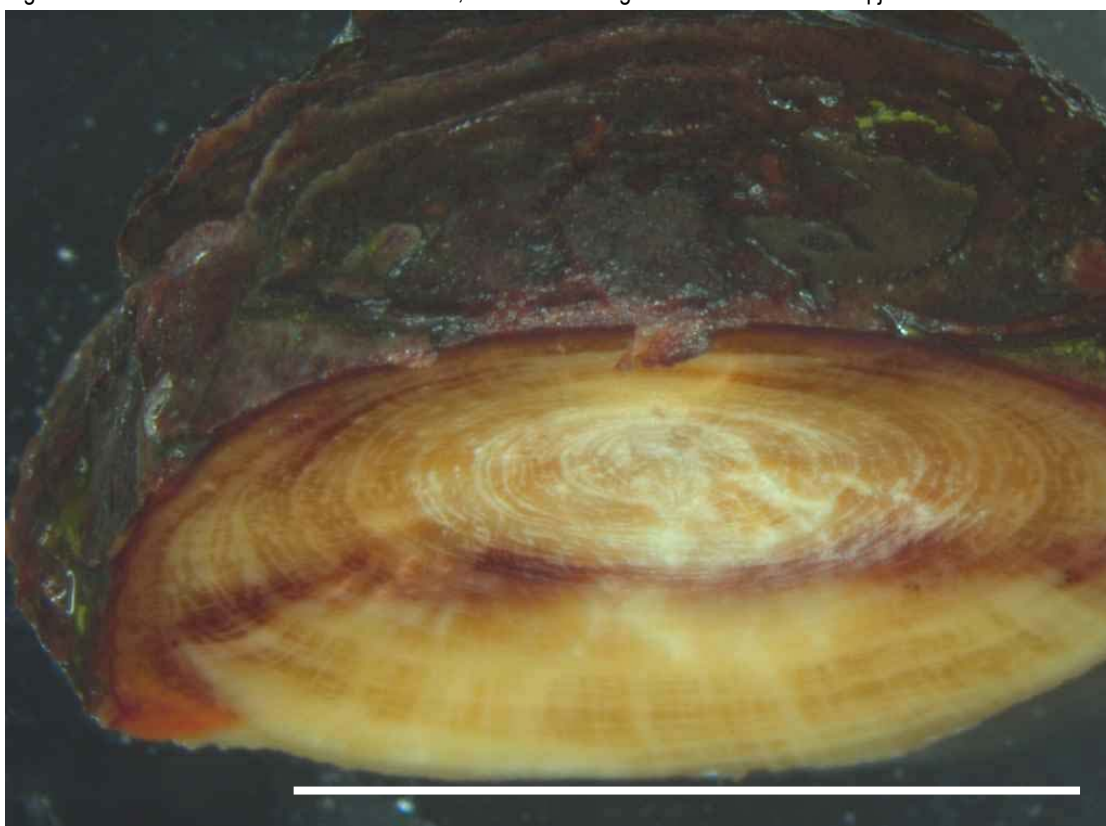




Fig. 37 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', oud ontwikkelingsstadium, xyleem in knobbel, lichtmicroscopie (LM-0016). Streepje is 100 μ m.

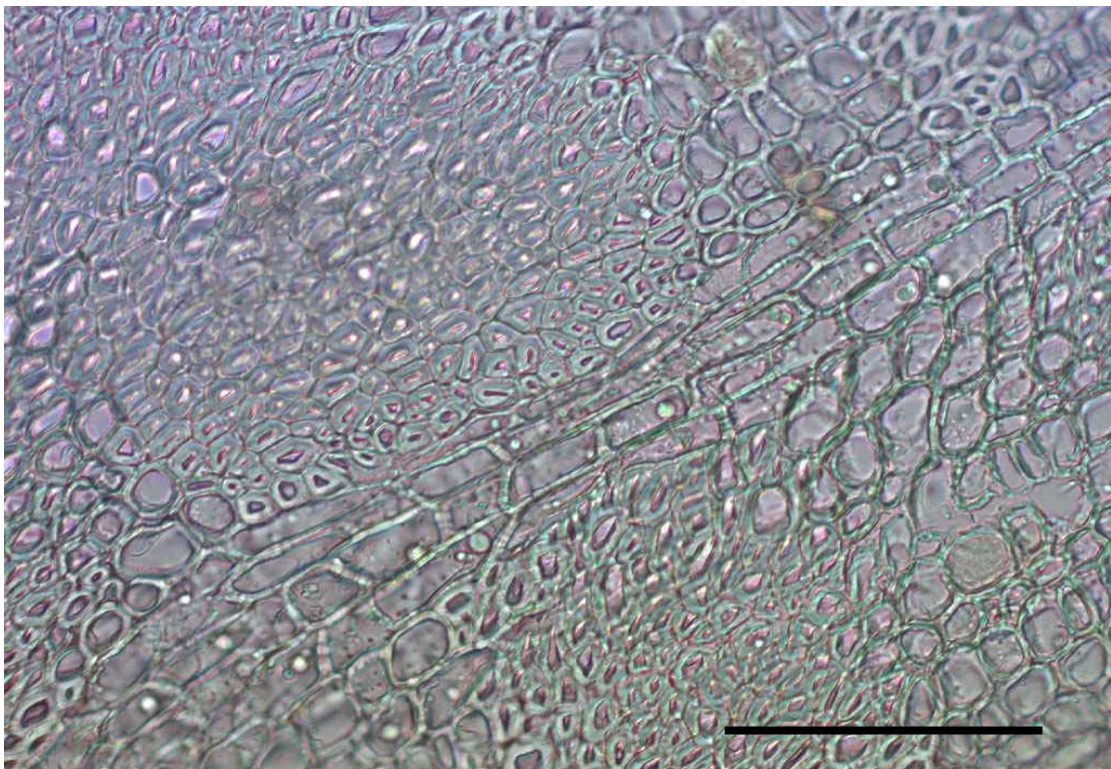


Fig. 38 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', oud ontwikkelingsstadium, xyleem in knobbel (LM-0015). Let op velden met libriformvezels en de houtstraal lopend van links onder naar rechts boven. Streepje is 100 μ m

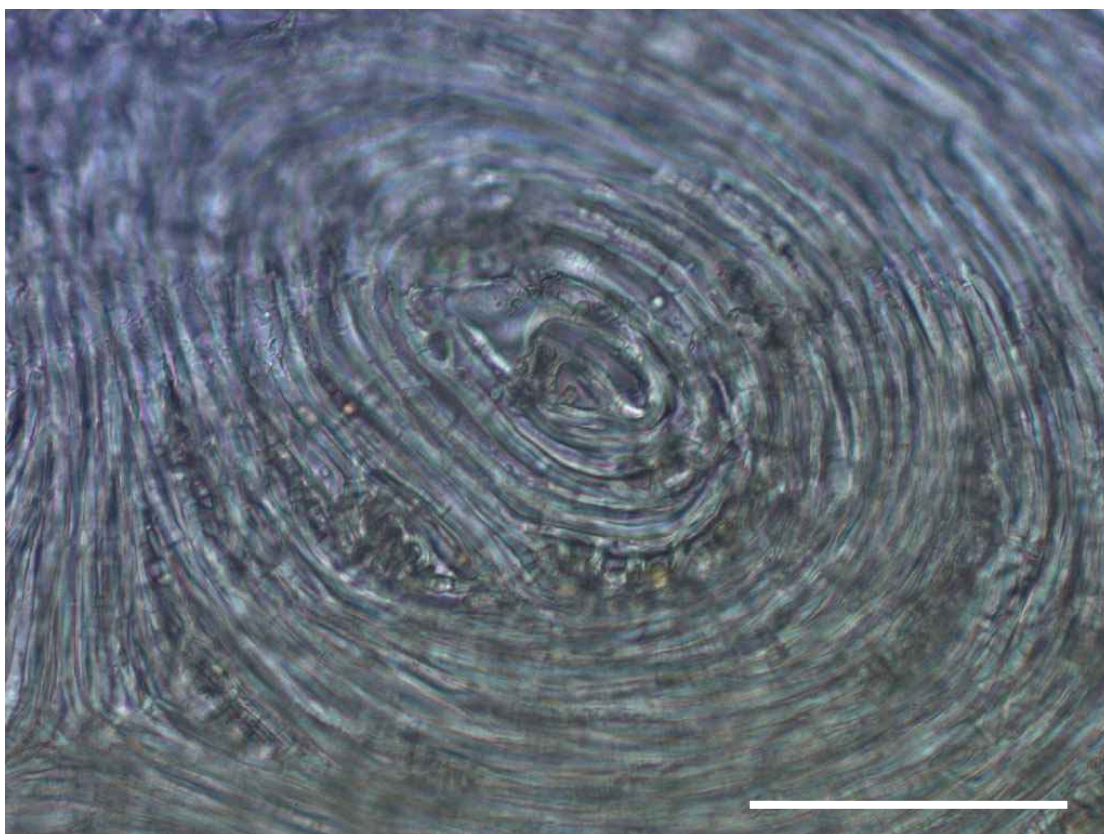


Fig. 39 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', oud ontwikkelingsstadium. Centrum xyleem in knobbel (LM-0025). Streepje is 100 μm .

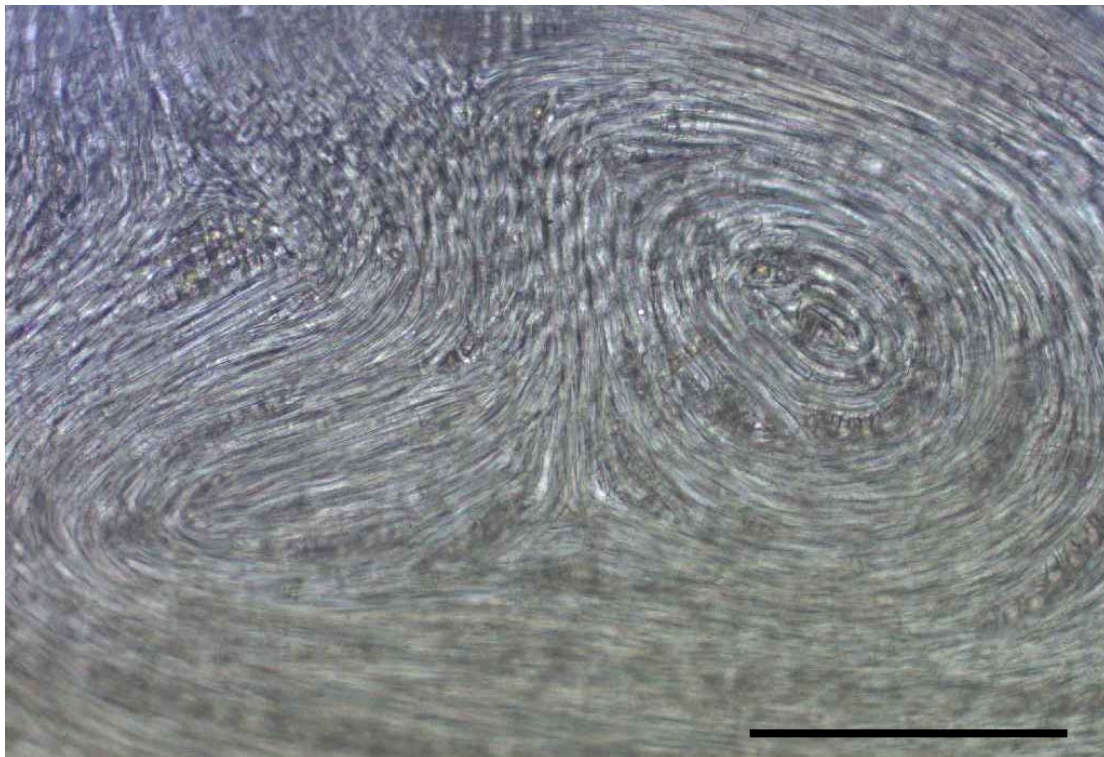


Fig. 40 LM-0026 *Gleditsia triacanthos* 'Inermis', oud ontwikkelingsstadium. Centrum xyleem in knobbel. Streepje is 100 μm .

9 Beeldverslag *Acer saccharinum* 'Pyramidale'



Fig. 41 *Acer saccharinum* 'Pyramidale', stam met knobbel, vóór monsternummer P9070486.



Figs 42 en 43 *Acer saccharinum* 'Pyramidale'. Opnames na monsternummer (P9070487). De linker opname toont dezelfde knobbel als foto P9070486. Diameter monsterplaats is 20mm.

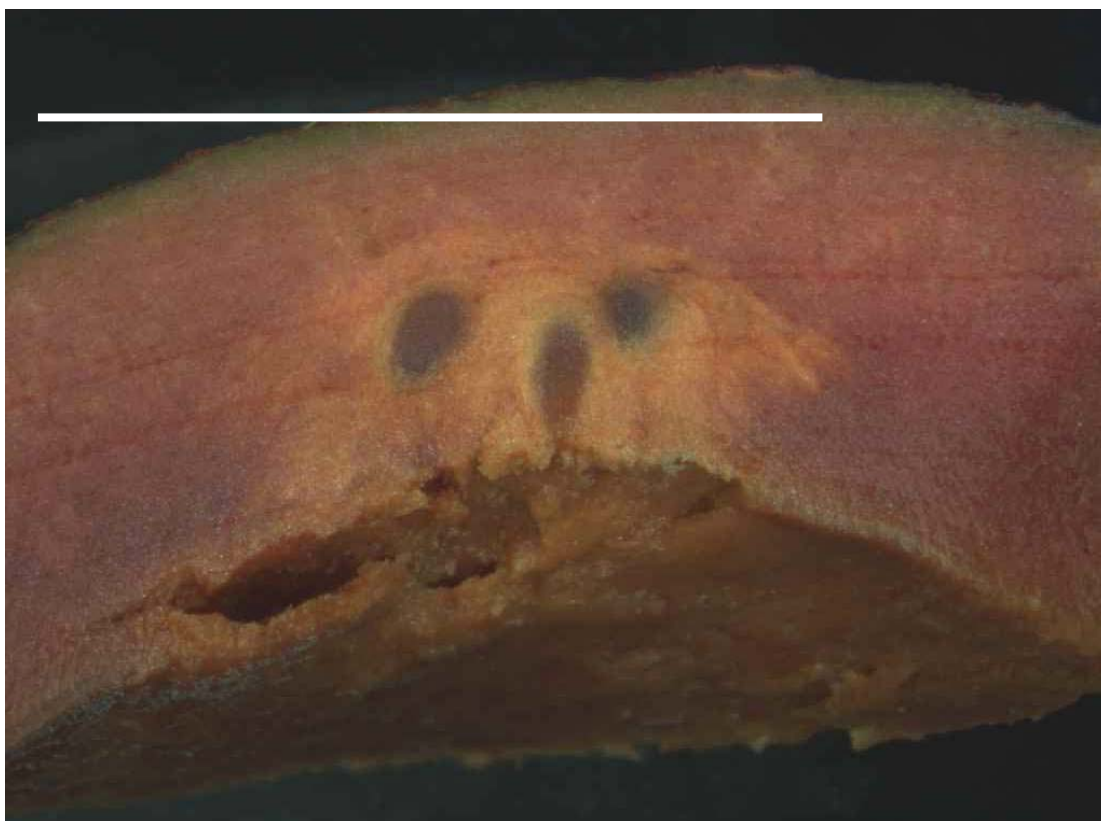


Fig. 44 *Acer saccharinum* cv. 'Pyramidale', floëem dwars, ter plaatse van zelfde oude knobbel (DC-0004). De bovenzijde is buitenzijde van de stam. Streepje is 1cm.

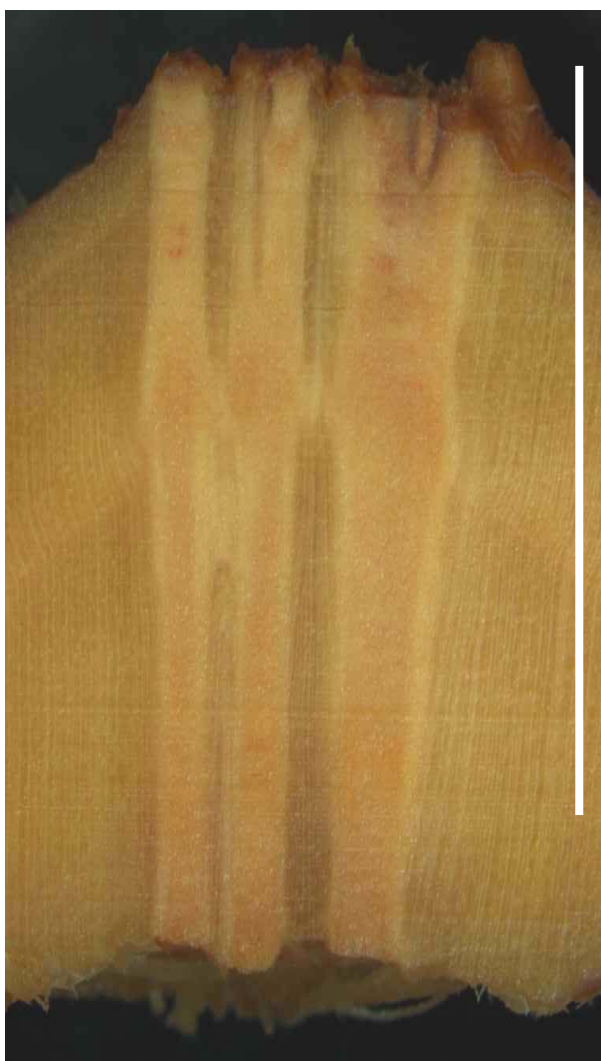


Fig. 45 *Acer saccharinum* 'Pyramidale', xyleem ter plaatse van knobbel dwars oud. De verticale banden bestaan geheel uit straalparenchym (DC-0002). Streepje is 1cm.

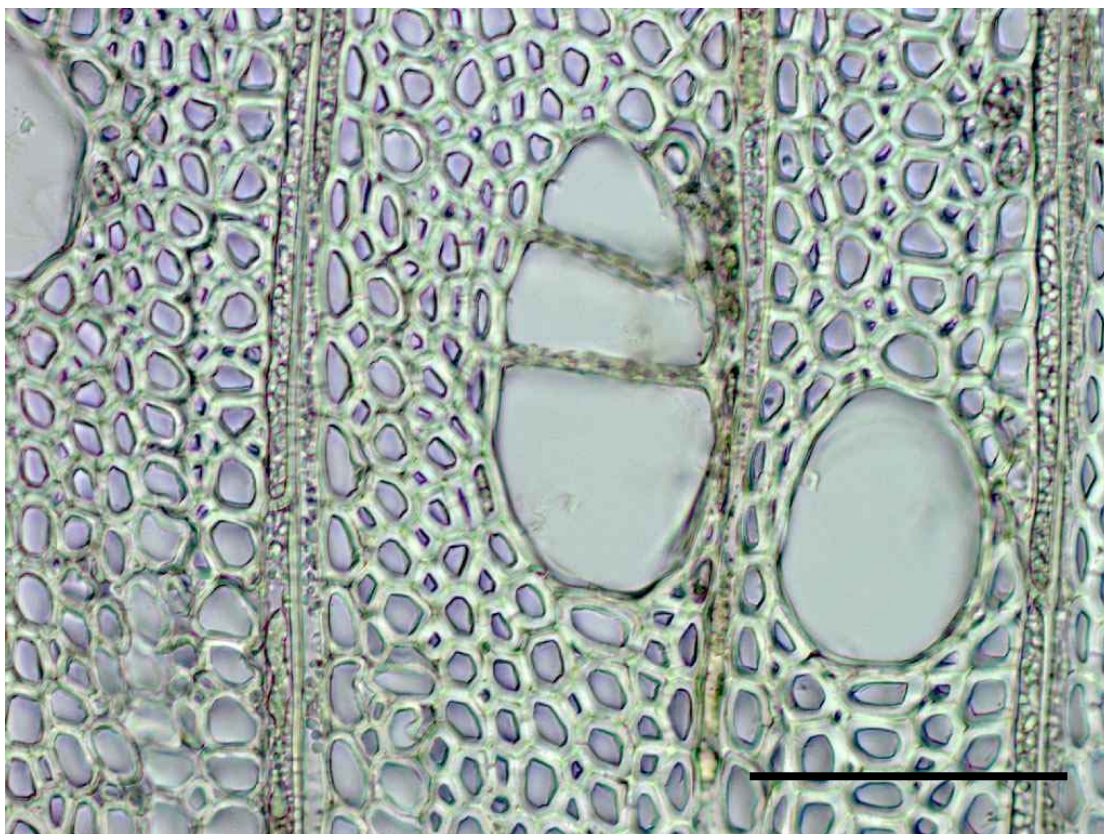


Fig 46 *Acer saccharinum* 'Pyramidale', normaal xyleem (LM-0064). Streepje is 100 μ m.



Fig. 47 *Acer saccharinum* 'Pyramidale', brede straal tangentiaal (LM-0054). Streepje is 100 μ m.

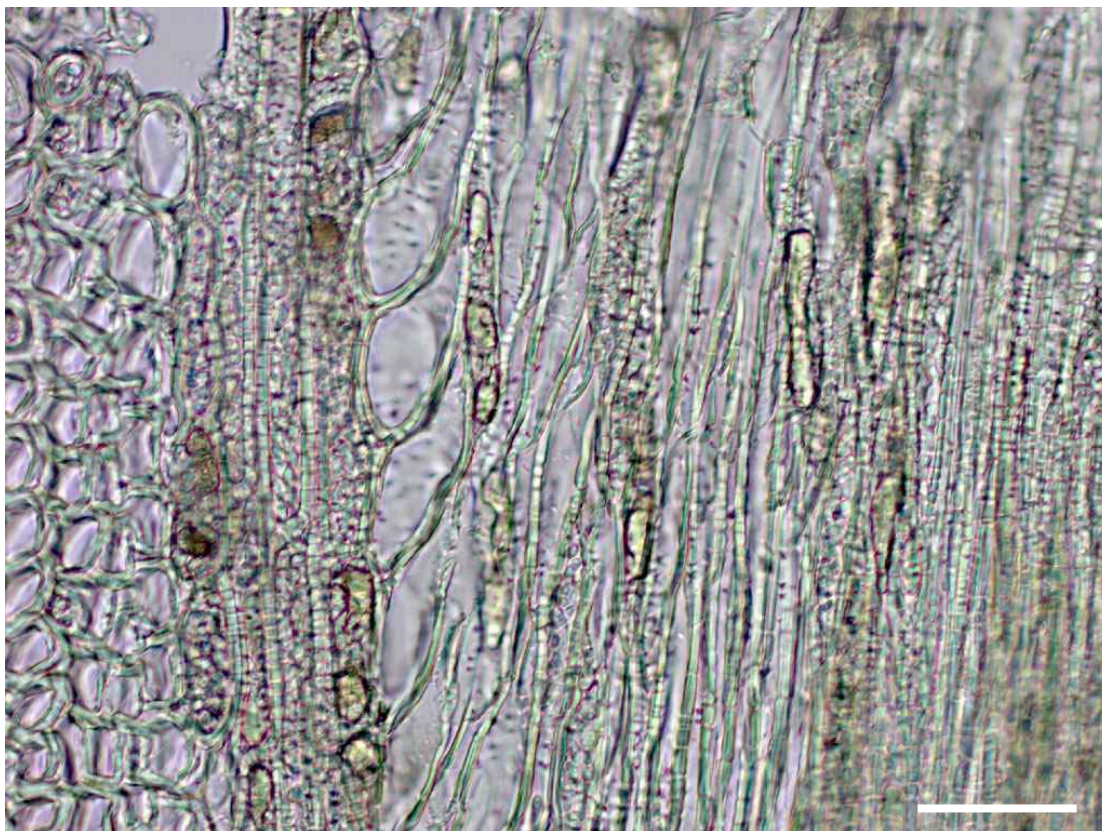


Fig. 48 *Acer saccharinum* 'Pyramidale'. Xyleem met brede houtstraal (LM-0053). Streepje is 100 μ m.

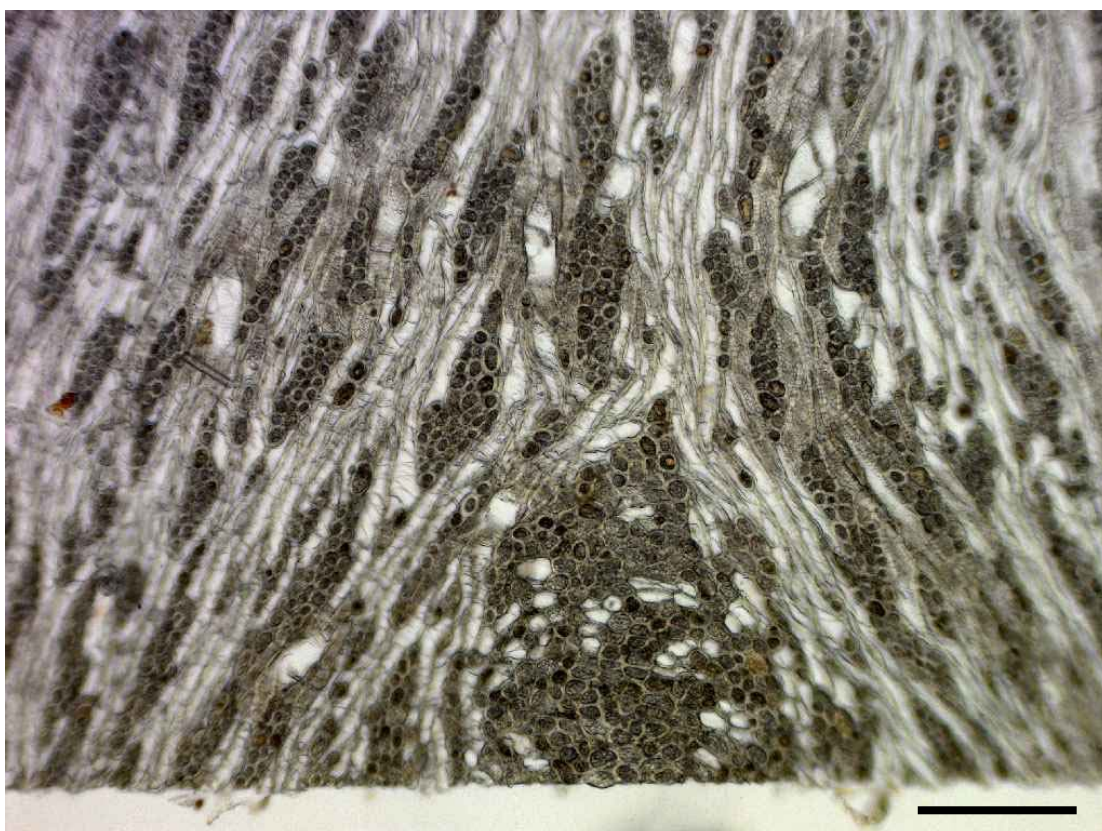


Fig. 49 *Acer saccharinum* 'Pyramidale', tangential doorsnede door floëem toont midden onder in de foto de straalvormige uitroeiing die de oorzaak is van de knobbelvorming (LM-0042). Streepje is 100 μ m.