

Dieetreconstructie en herkomstbepaling op basis van de analyse van de stabiele isotopen ^{13}C en ^{15}N uit dierlijk en menselijk skeletmateriaal: een eerste verkennend onderzoek op middeleeuwse vondsten uit Vlaanderen

Anton Eryvncx, Mark Van Strydonck¹ & Mathieu Boudin¹

1 Theoretisch kader

1.1 ISOTOPEN²

Uit de klassieke atoomtheorie weten we dat een atoom bestaat uit een kern, samengesteld uit protonen en neutronen, en een wolk van elektronen. Normaal gezien zijn er evenveel protonen (met een positieve lading) als elektronen (met een negatieve lading) en is het atoom elektrisch neutraal. De chemische eigenschappen van een atoom worden bepaald door het aantal en de energie-inhoud van de elektronen die zich rond de kern bevinden. De kern zelf speelt in de chemische processen geen rol. Koolstof bijvoorbeeld (voorgesteld door het symbool C) bevat 6 elektronen en bijgevolg ook 6 protonen in de kern. Voor één bepaald type atoom kan het aantal neutronen in de kern echter wel veranderen. In de natuur komt koolstof voor met 6 neutronen (in 98,89 % van de gevallen) en een atoommassa van 12 en koolstof met 7 neutronen (in 1,11 % van de gevallen) en een atoommassa van 13. Men noemt deze verschillende vormen van een zelfde atoom *isotopen* en ze worden gesymboliseerd door hun massa: ^{12}C en ^{13}C (tabel 1). Dit heeft tot gevolg dat chemisch identieke stoffen toch in hun massa kunnen verschillen.

1.2 ISOTOPEN IN DE VOEDSELKETEN³

Vereenvoudigd kan men dus stellen dat de isotopen van een bepaald atoom enkel verschillen in hun massa. Hun chemische eigenschappen zijn identiek en hun fysische eigenschappen zijn dit over het algemeen ook. Bij zeer nauwkeurige metingen bemerkt men echter toch kleine verschillen in het gedrag van isotopen. Alhoewel het hier gaat om kwantummechanische en thermodynamische effecten kunnen die toch op een vrij eenvoudige manier beschreven worden. Bij de fotosynthese in planten bijvoorbeeld dringt koolzuurgas (CO_2) uit de atmosfeer door de huidmondjes in de bladeren binnen om opgenomen te worden in de chemische processen die de plant gebruikt om bouwstoffen aan te maken, waarbij het CO_2 -gas wordt omgezet in andere stoffen. De absorptie van het gas zal evenwel gemakkelijker zijn voor het lichtere $^{12}\text{CO}_2$ dan voor het zwaardere $^{13}\text{CO}_2$ met als gevolg dat de verhouding $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ in de atmosfeer en in de plant niet meer dezelfde zal zijn. Deze afwijking, aangeduid als $\delta^{13}\text{C}$, bedraagt -8 ‰ (promille) in koolzuurgas uit de lucht maar -25 ‰ in plantaardige stoffen zoals hout, of in producten gemaakt op basis van plantaardig materiaal, zoals linnen. Per definitie noemt men de

Tabel 1

De natuurlijke isotopen van koolstof (C) en hun concentratie in de natuur (Pollard & Wilson 2001). The naturally occurring isotopes of carbon (C), with their concentration (Pollard & Wilson 2001).

| Isotoop | Concentratie | Aantal neutronen | Aantal protonen | Massa |
|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-------|
| ^{12}C | 98,89 % | 6 | 6 | 12 |
| ^{13}C | 01,11 % | 7 | 6 | 13 |
| ^{14}C | 10 ⁻¹⁰ % | 8 | 6 | 14 |

¹ ^{14}C -Laboratorium, Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, Jubelpark 1, 1000 Brussel.

² Pollard & Wilson 2001.

³ Zie voor een algemene inleiding: Sealy 2001.

isotopenfractionatie de verandering in de isotopenverhouding als een groep atomen overgaat van een bepaald milieu naar een ander. Deze fractionatie ontstaat bij alle biochemische processen en voor alle atomen die erbij betrokken zijn, dus ook voor zuurstof (O), waterstof (H) en stikstof (N).

Dieren maken in hun lichaam natuurlijk geen bouwstoffen aan door fotosynthese. Ze doen dat wel door hun voedsel af te breken in kleinere componenten en daar opnieuw complexe bouwstoffen mee samen te stellen. Bij deze biochemische processen treedt opnieuw fractionatie op maar nu in de zin dat de $\delta^{13}\text{C}$ -waarden alsminder negatief worden naarmate men verder opklimt in de voedselketen (tabel 2). Waar planten dus een $\delta^{13}\text{C}$ -waarde van -25 ‰ hebben, hebben de bouwstoffen van plantenetende dieren een waarde van -21 ‰. Dieren die planteneters eten (carnivoren of vleeseters dus) vertonen waarden van -18 ‰. Vleeseters die vleeseters eten hebben nog minder negatieve waarden.

Een goede manier om deze $\delta^{13}\text{C}$ -waarden bij dieren te meten (vooral bij archeologisch onderzoek) is de analyse van de stoffen waaruit het skelet is opgebouwd. In botten zit een eiwit, collageen genaamd, dat zich bij uitstek tot chemisch onderzoek leent. Experimenteel onderzoek toont inderdaad aan dat het collageen afkomstig van de botten van herbivoren (planteneters) qua $\delta^{13}\text{C}$ -waarde minder negatief is dan het collageen afkomstig van de botten van carnivoren (vleeseters).

Het theoretisch kader dat tot nu toe werd geschetst is geldig voor planten en dieren van op het land. Organismen die in zee leven, vertrekken in hun voedselketen echter van een andere (minder negatieve) initiële $\delta^{13}\text{C}$ -waarde dan de levende wezens op het land. Dit verklaart waarom mariene vleeseters andere $\delta^{13}\text{C}$ -waarden vertonen dan terrestrische vleeseters (tabel 2). Zelfs als die mariene vleeseters op het land leven, blijft dit het geval. Landdieren die hun voedsel betrekken uit oceanen (bijvoorbeeld ijsberen) zullen

een andere isotopenfractionatie in hun collageen hebben dan landdieren die terrestrisch voedsel tot zich nemen.

Mensen zijn ook dieren, maar dan wel met een zeer gevarieerd dieet. Soms zijn het planteneters, soms vleeseters en vaak eten ze ook produkten uit de zee. De manier waarop mensengroepen hun voeding samenstelden zal dus andere $\delta^{13}\text{C}$ -waarden geven maar de keuzes gemaakt in het verleden zijn nooit toevallig. Ze zijn gebonden aan de vroegere leefomgeving (de ecologie), de economie, of meer ideologische aspecten zoals voedingsregels en taboes. Dat bij het archeologisch onderzoek van menselijk skeletmateriaal, door het meten van de $\delta^{13}\text{C}$ -waarden, kan nagegaan worden uit wat de voeding van vroegere mensen bestond, is dus een boeiend gegeven, met vele interpretatiemogelijkheden.

Het verhaal geschetst voor de $\delta^{13}\text{C}$ -waarden kent een parallel voor de fractionatie van de stikstofisotopen ($\delta^{15}\text{N}$ -waarden, die de verhouding weergeven tussen ^{15}N en ^{14}N). Elke stap in de voedselketen maakt deze parameter meer positief en opnieuw is de beginwaarde verschillend voor land- en zee-milieus. Het meten van de $\delta^{15}\text{N}$ -waarden uit archeologisch botmateriaal versterkt aldus de interpretaties op basis van de $\delta^{13}\text{C}$ -waarden. Alhoewel de getallen in tabel 2 geïdealiseerd zijn, tonen ze toch dat we ons aan de hand van de isotopenfractionatie van C en N een vrij behoorlijk beeld kunnen vormen van het dieet van mens en dier.

1.3 TEMPERATUUREFFECT⁴

Een complicerende factor, van belang wanneer $\delta^{13}\text{C}$ -waarden worden gebruikt bij de reconstructie van vroegere voedingspatronen, is het feit dat het gehalte aan ^{13}C in planten geografisch varieert. In meer zuidelijke streken in Europa zijn de $\delta^{13}\text{C}$ -waarden in planten iets minder negatief, als gevolg van de invloed die de temperatuur uitoefent op de opname van CO_2 . Holocene houtskool toont een gemiddelde $\delta^{13}\text{C}$ -

Tabel 2

Gemiddelde waarden van $\delta^{13}\text{C}$ en $\delta^{15}\text{N}$ in het collageen van dieren waarvan het dieet enkel bestond uit onderstaande producten (naar Lanting & van der Plicht 1996):

$\delta^{13}\text{C}$ en $\delta^{15}\text{N}$ values within the collagen of animals feeding upon the following products (after Lanting & van der Plicht 1996):

| Dieet | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) | $\delta^{15}\text{N}$ (‰) |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Planten van het type C3 (herbivoor dieet) | -21 | +5 |
| Vlees van herbivoren (carnivoor dieet) | -18 | +8 |
| Marien voedsel | -13 | +18 |
| Zoetwatervis uit rivieren | -24 | +16 |
| Zoetwatervis uit meren | -20 | +16 |

⁴ van Klinken *et al.* 1994, 2000.

waarde van -26 ‰ in Scandinavië, -25,7 ‰ in de Lage Landen, -24 ‰ in Spanje en -23 ‰ in Noord-Afrika⁵. Deze verschillen in het plantenmateriaal zetten zich via de voedselketen uiteraard verder in het dierlijk materiaal en zijn geldig voor zowel land- als zee-organismen. Dit betekent dus dat, wanneer in een bepaalde regio ingevoerde voedingsprodukten worden gegeten, dit een betrouwbare schatting van het aandeel van planten versus dieren in het dieet ernstig kan bemoeilijken. Anderzijds kan het temperatuur-effect toelaten ingevoerde plantaardige of dierlijke produkten als dusdanig te herkennen. In Noordwest-Europa geïmporteerde graankorrels, afkomstig uit zuidelijker streken, of hammen van varkens uit Spanje of Italië, zullen minder negatieve $\delta^{13}\text{C}$ -waarden hebben dan soortgelijke, ter plaatse gekweekte produkten. Op dezelfde wijze zouden in een collectie van menselijk botmateriaal 'immigranten' kunnen opgespoord worden.

2 Vraagstelling

Ondanks het grote potentieel aan interpretaties werd het geschetste theoretische onderzoekskader nog nooit op vondsten uit de Vlaamse archeologie toegepast. Om iets aan deze toestand te veranderen, werd besloten een beperkt piloot-onderzoek te lanceren, rond volgende vraagstellingen:

- reconstructie van het dieet van de middeleeuwse stedelijke bevolking;
- herkomstbepaling van dierlijke produkten.

De keuze bij deze onderzoeksvragen stond niet enkel in functie van de wetenschappelijke relevantie maar hing ook af van de beschikbaarheid van het vondstenmateriaal, wat de chronologische beperking tot middeleeuwse vondsten verklaart. Een andere reden voor de beperking tot deze tijdsperiode is de beschikbaarheid van historische bronnen, die als referentiekader kunnen dienen voor de interpretaties.

Wat de voeding van de middeleeuwse mens uit Vlaanderen betreft, is het duidelijk dat het onderzoek van archeologische dieren- en plantenresten reeds heel wat informatie heeft verschaft. Kwalitatief (bijvoorbeeld qua soortensamenstelling aan gegeten planten en dieren) kan het middeleeuwse voedingspatroon reeds vrij goed gereconstrueerd worden, en groeien zelfs de eerste ideeën rond diachrone evolutie en sociale differentiatie⁶. Kwantitatief is echter weinig informatie voorhanden. Eén der grote vragen blijft aldus nog onbeantwoord: het aandeel van planten versus dieren in het middeleeuwse dieet, en binnen deze laatste groep het aandeel van zee- of zoetwatervis tegenover het vlees van landdieren. Alhoewel historische informatie⁷ aangeeft

dat deze aandelen sterk verschilden tussen sociale groepen binnen de toenmalige maatschappij, en ook van streek tot streek zullen gevarieerd hebben, is de archeobotanie en archeozoologie niet in staat op deze vraagstelling in te gaan. Eenvoudige tellingen van de organische resten uit consumptieafval bieden zeker geen oplossing; de problematiek is, o.a. door de invloed van externe en inherente bewaringsomstandigheden, en andere tafonomische factoren, zeer complex. Dat volgens de historische bronnen belangrijke voedingsmiddelen, zoals bladgroenten, zuivelprodukten, vet, merg of orgaanvlees, geen kwantificeerbare archeologische resten opleveren, is reeds een onoverkomelijk probleem⁸. Maar misschien kan het onderzoek van de (bewaarde resten van de) consument zelf, wiens lichaamsstoffen in zekere mate opgebouwd zijn als een reflectie van de opgenomen voeding, hier soelaas brengen?

De herkomstbepaling van dierlijke produkten is een problematiek die zich nauwelijks stelt binnen het Vlaamse archeozoologische onderzoek, eenvoudigweg omdat (te) vaak wordt aangenomen dat de dierenresten gevonden op een site afkomstig zijn uit de onmiddellijke omgeving. Wellicht worden hierdoor echter interpretatiefouten gemaakt, zodat de noodzaak zich manifesteert aan dit fenomeen meer aandacht te besteden.

3 Materiaal en methoden

De vraagstelling rond de dieetreconstructie van de middeleeuwse mens werd allereerst aangepakt door menselijke resten (beenderen) te onderzoeken, afkomstig van stedelijke begraafplaatsen. Het ging daarbij om materiaal uit de volmiddel-eeuwse Chapelle Saint-Hilaire te Namen⁹, uit de vroeg-middeleeuwse basiliek te Tongeren¹⁰, uit het laat-middeleeuws grafveld rond de Sint-Pieterskerk te Leuven¹¹ en uit een alleenstaand vroeg-middeleeuws graf uit Antwerpen¹². Deze vondsten werden aan het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium toevertrouwd met het oog op ¹⁴C-datering maar werden met de toestemming van de opgravers eveneens aan stabiele isotopen-analyse onderworpen¹³. De Vlaamse sites vormen daarbij een gradient van toenemende afstand tot de zee, wat zich misschien zou kunnen vertalen in een afnemend belang van zeevis in het dieet. Materiaal uit de Waalse stad Namur dient hierbij als referentie, vermits uit archeozoologisch onderzoek is gebleken dat de import van zeevis hier, in vergelijking met de Vlaamse steden, laat op gang is gekomen, en dat de consumptie van mariene produkten lange tijd vrij onbeduidend is gebleven¹⁴.

Ter vergelijking met de metingen op het menselijke materiaal werden eveneens dierenbotten

⁵ van Klinken *et al.* 2000, fig. 3.1.

⁶ Zie bijvoorbeeld Eryvynck *in druk*.

⁷ Montanari 1994, Laurieux 2002.

⁸ Eryvynck *et al.* 1996.

⁹ Plumier 1993.

¹⁰ Van den Hove *et al.*

2002.

¹¹ Vandekerchove 1998.

¹² Veeckman 1998.

¹³ Gegevens over de dateringen zijn te vinden in Van Strydonck *et al.* 1998 en 2001.

¹⁴ Lentacker *et al.* 1997.

voor onderzoek weerhouden, met name van planteneters (runderen en schapen), en van het varken, een dier dat bekend staat voor zijn omnivoor voedingsgedrag. De monsters kwamen uit sites te Ename¹⁵, Brugge¹⁶ en Raversijde¹⁷ en werden speciaal voor dit onderzoek geselecteerd. Ter controle werden ze echter ook alle aan een radiokoolstofdatering onderworpen¹⁸. Ter referentie werden ook twee botten van een schelvis (*Melanogrammus aeglefinus*), een mariene vissoort, onderzocht.

Het onderzoek naar de mogelijkheden van herkomstbepaling werd uitgevoerd op een collectie runderhoornpitten afkomstig uit twee vindplaatsen (Willemstraat en Garenmarkt) in de Brugse binnenstad¹⁹. Het initiële uitgangspunt was na te gaan of de hoornpitten van langhoornige runderen, opgegraven op de middeleeuwse of postmiddeleeuwse leerlooiersite aan de Brugse Willemstraat, van lokale herkomst waren, dan wel of het om botmateriaal gaat dat vastzat aan ingevoerde huiden. In het laatste geval zou getracht worden de plaats van herkomst te bepalen. Deze laatste mogelijkheid was vooral van belang omdat de hoornpitten van dergelijke langhoornige runderen nog nooit waren gevonden in de Vlaamse archeologie en omdat historische bronnen de mogelijkheid onderlijnden dat geconserveerde huiden vanuit het buitenland naar Brugge werden aangevoerd om er te worden gelooit. Vertrekend vanuit de sterke handelsrelaties tussen Brugge en het Iberisch Schiereiland gedurende de laat- en post-middeleeuwse periode, en het voorkomen van langhoornige runderen in dat deel van Zuid-Europa, werd een mogelijke import uit zuidelijker streken als hypothese vooropgeschoven. Voor alle duidelijkheid dient nog eens te worden benadrukt dat de hoornpitten van de langhoornige dieren, gevonden in de Willemstraat, morfologisch sterk verschillen van de hoornpitten van korthoornige rassen, die men algemeen aantreft bij de opgravingen van middeleeuwse of postmiddeleeuwse Vlaamse sites, zoals bijvoorbeeld ook op de Brugse leerlooiersite van de Garenmarkt. In deze laatste site kwamen langhoornige dieren niet voor.

De metingen op de Brugse hoornpitten werden vergeleken met deze op het andere Vlaamse materiaal. Ter referentie, en om de 'Iberische' hypothese te testen, werden echter eveneens runderbotten uit het Zuid-Spaanse, middeleeuwse site te Saltés onderzocht²⁰. Het gaat om postcraniaal botmateriaal zodat niet zeker is of de resten van langhoornige runderen afkomstig zijn. Dit vormt voor het onderzoek evenwel geen bezwaar vermits het voorkomen van een temperatuursignaal in de $\delta^{13}\text{C}$ -waarden wordt getest en niet een verschil tussen runderrassen op zich.

De preparatie van alle monsters gebeurde op het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium. In het ¹⁴C-laboratorium werden de monsters onderworpen aan de standaardprocedures voor de recuperatie van beendercollageen²¹ en de omzetting tot grafiet. Het gehalte aan ¹⁴C werd vervolgens gemeten met behulp van de AMS-methode (Accelerated Mass Spectrometry) in het Van de Graaff Laboratorium van de Rijksuniversiteit Utrecht. De stabiele isotopen, alsook de C/N, werden gemeten met behulp van GMS (Gas Mass Spectrometry) op de Vrije Universiteit Brussel.

De juiste metingen van de isotopenratio's kunnen echter ook gemaskeerd worden door een slechte bewaringstoestand. Het collageen gaat dan gedeeltelijk afbreken en het inspoelen van vreemde koolstof kan de werkelijke waarden vervalsen. Dit verschijnsel kan echter worden nagegaan door de verhouding te meten tussen de hoeveelheid koolstof en stikstof in het collageen (C/N-verhouding). Optimaal ligt deze rond 2,8 maar door de aantasting van het bot verdwijnt stikstof (N) vlugger dan koolstof (C). Wordt de C/N-verhouding dus veel groter dan 2,8, dan wijst dit op een slechte bewaringstoestand van het bot en mogelijk foutieve isotopenmetingen²². De verhouding C/N werd voor alle stalen gemeten op de Vrije Universiteit Brussel.

4 Resultaten

Een overzicht van alle metingen en de dateringen vindt men in tabel 3. Wanneer de isotopenratio's voor de dierlijke en menselijke resten samen worden uitgezet (fig. 1), blijkt dat de waarden voor de mariene vis²³, de mensen en de huisdieren (rund, schaap en varkens) duidelijk segregeren. Een uitzondering vormen evenwel de metingen op twee huisdierenbotten die binnen het spectrum van de menselijke metingen vallen. Abstractie makend van deze twee afwijkende metingen toont de analyse het verschil tussen de voeding van mensen en huisdieren maar hoe dit verschil precies moet verklaard worden, is daarmee nog niet opgehelderd. Vast staat dat de metingen voor de huisdieren (runderen, schapen, varkens) goed overeenkomen met een herbivoor dieet. De afwijkende waarden voor de mensen zouden dan wijzen op meer carnivoor dieet, waarbij een aandeel van vis niet kan uitgesloten worden. De metingen op het menselijk skeletmateriaal vertonen wel een vrij grote variatie; daarop wordt verder teruggekomen.

De twee afwijkende metingen voor huisdieren vertegenwoordigen varkens uit Raversijde (fig. 2). Deze dieren blijken een dieet te hebben gehad dat even omnivoor was als dat van middeleeuwse mensen. Dat is wellicht te ver-

¹⁵ Callebaut 1991.

¹⁶ Ervynck 1991.

¹⁷ Kightly *et al.* 2000.

¹⁸ Gegevens over de dateringen zijn te vinden in Van Strydonck *et al.* 1998 en 2001.

¹⁹ Zie Hillewaert & Ervynck 1991, Ervynck *et al.* in druk a.

²⁰ Lentacker & Ervynck 1999.

²¹ Longin 1975.

²² Van Strydonck & Wouters 2001.

²³ Eén der schelvisbotten leverde na behandeling een monster dat niet voor de metingen kon worden gebruikt.

Tabel 3

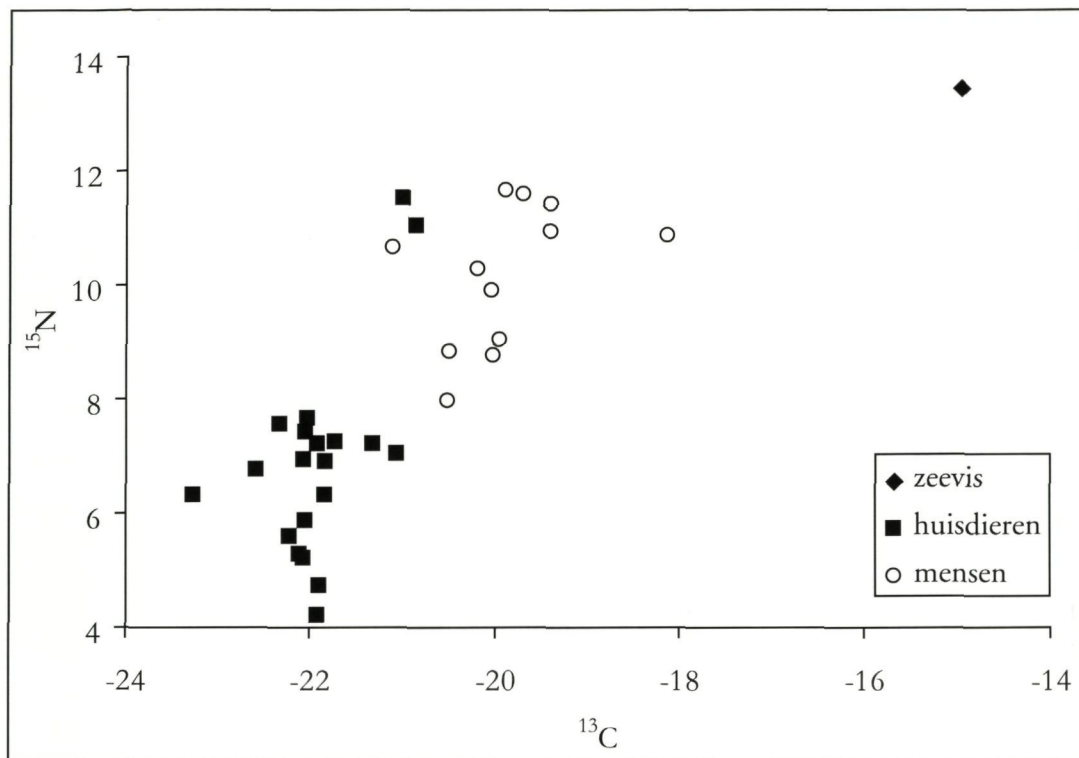
Metingen van de stabiele isotopen ^{13}C en ^{15}N , de C/N-verhouding, en de ouderdomsbepalingen uitgevoerd binnen het project. Measurements of the stable isotopes ^{13}C and ^{15}N , the C/N-ratio, and the radiocarbon dates performed within the project.

| <i>Archeologisch inventarisnummer</i> | <i>Diersoort</i> | <i>Laboratoriumcode</i> | <i>Datering (BP)</i> | ^{13}C | ^{15}N | C/N |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|------|
| dierlijk bot | | | | | | |
| Brugge, Willemstraat 1 | rund | KIK-1109/UtC-8959 | 150 ± 40 | -21,92 | 4,22 | 2,27 |
| Brugge, Willemstraat 2 | rund | KIK-1127/UtC-8960 | 160 ± 35 | -22,32 | 7,55 | 2,80 |
| Brugge, De Burg 1 | rund | KIK-1105/UtC-9011 | 1145 ± 40 | -22,05 | 5,21 | 2,74 |
| Brugge, De Burg 2 | rund | KIK-1104/UtC-9024 | 1100 ± 40 | -22,03 | 5,85 | 2,72 |
| Brugge, Garenmarkt 1 | rund | KIK-1101/UtC-9044 | 360 ± 35 | -22,21 | 5,60 | 2,71 |
| Brugge, Garenmarkt 2 | rund | KIK-1122/UtC-9012 | 420 ± 45 | -22,11 | 5,26 | 2,73 |
| Ename 96/EN/472 | varken | KIK-985/UtC-7947 | 925 ± 35 | -22,01 | 7,65 | 2,77 |
| Ename 85/EN/44 | varken | KIK-992/UtC-7944 | 990 ± 30 | -21,89 | 4,71 | 2,76 |
| Ename 96/EN/496 | rund | KIK-999/UtC-7951 | 960 ± 30 | -22,57 | 6,76 | 2,75 |
| Ename 93/HB/260 | rund | KIK-994/UtC-7943 | 805 ± 40 | -21,71 | 7,25 | 2,89 |
| Ename 94/EN/179 | rund | KIK-981/UtC-7946 | 1055 ± 30 | -22,04 | 7,40 | 2,74 |
| Raversijde | schelvis | KIK-1097/UtC-9046 | 1020 ± 70 | -14,97 | 13,44 | 3,34 |
| Raversijde | varken | KIK-1140/UtC-9053 | 350 ± 40 | -20,99 | 11,53 | 2,74 |
| Raversijde | schaap | KIK-1144/UtC-9015 | 665 ± 40 | -21,31 | 7,22 | 2,77 |
| Raversijde | rund | KIK-1141/UtC-9014 | 455 ± 40 | -23,26 | 6,31 | 2,70 |
| Raversijde 110 | varken | KIK-1112/UtC-9016 | 460 ± 40 | -21,05 | 7,05 | 2,77 |
| Raversijde110 | schaap | KIK-1103/UtC-9013 | 340 ± 45 | -21,90 | 7,2 | 2,76 |
| Raversijde 110 | rund | KIK-1142/UtC-9054 | 395 ± 30 | -21,83 | 6,89 | 2,76 |
| Raversijde 92/127 | varken | KIK-1327/UtC-9057 | 480 ± 35 | -20,85 | 11,02 | 2,79 |
| Raversijde 92/127 | schaap | KIK-1325/UtC-9056 | 500 ± 30 | -22,07 | 6,92 | 2,78 |
| Raversijde 92/127 | rund | KIK-1327/UtC-9057 | 330 ± 30 | -21,82 | 6,32 | 2,79 |
| Saltés, Spanje 1 | rund | KIK-1056/UtC-8955 | 830 ± 35 | -19,90 | 6,16 | 3,08 |
| Saltés, Spanje 2 | rund | KIK-1082/UtC-8956 | 870 ± 80 | -20,62 | 6,53 | 3,02 |
| menselijk bot | | | | | | |
| Antwerpen Hofstraat A134/107T | mens | KIK-756/UtC-5896 | 1240 ± 35 | -19,40 | 10,92 | 2,78 |
| Antwerpen Hofstraat A134/202B | mens | KIK-775/UtC-5903 | 1060 ± 30 | -19,40 | 11,42 | 2,78 |
| Leuven S 2 skelet 1 | mens | KIK-973/UtC-7848 | 835 ± 40 | -20,26 | 10,86 | 2,75 |
| Leuven S 2 skelet 38 | mens | IRPA-1246 | 1015 ± 40 | -18,14 | 10,29 | 2,80 |
| Leuven S 2 skelet 37 | mens | KIK-976/UtC-7849 | 1020 ± 30 | -20,19 | 10,67 | 2,81 |
| Namur T56 | mens | KIK-1145/UtC-9059 | 1120 ± 35 | -20,01 | 8,77 | 2,75 |
| Namur T29B | mens | KIK-1148/UtC-9061 | 890 ± 35 | -20,48 | 8,82 | 2,78 |
| Namur T94 | mens | KIK-1146/UtC-9060 | 1250 ± 30 | -19,95 | 9,04 | 2,92 |
| Namur D21 | mens | KIK-1114/UtC-9058 | 1290 ± 35 | -20,50 | 7,98 | 2,92 |
| Namur T87 | mens | KIK-1324/UtC-9062 | 1060 ± 30 | -20,04 | 9,89 | 2,70 |
| Tongeren TO97BA7 | mens | KIK-807/UtC-6005 | 1270 ± 40 | -19,69 | 11,59 | 2,78 |
| Tongeren TO97BA6 | mens | KIK-801/UtC-6006 | 1055 ± 30 | -19,88 | 11,66 | 2,77 |

klaren omdat ze met consumptieafval werden gevoed. Het is, gezien ze uit een kustvissersdorp komen, zelfs goed mogelijk dat deze varkens mariene producten hebben gegeten. Een derde dier uit hetzelfde site toont evenwel een isotopensignaal dat vrijwel niet verschilt van dat van de 'echte' herbivoren. Meer onderzoek zal moeten uitwijzen of de verschillen vastgesteld tussen de Raversijdse dieren significant zijn. Opvallend is verder ook dat de twee Enaamse varkens volledig met de herbivoren overeenkomen. Wellicht werden deze dieren, gezien hun vrij oude datering (tabel 1), nog in het bos gehoed. Voor de 15de-eeuwse varkens uit Raver-

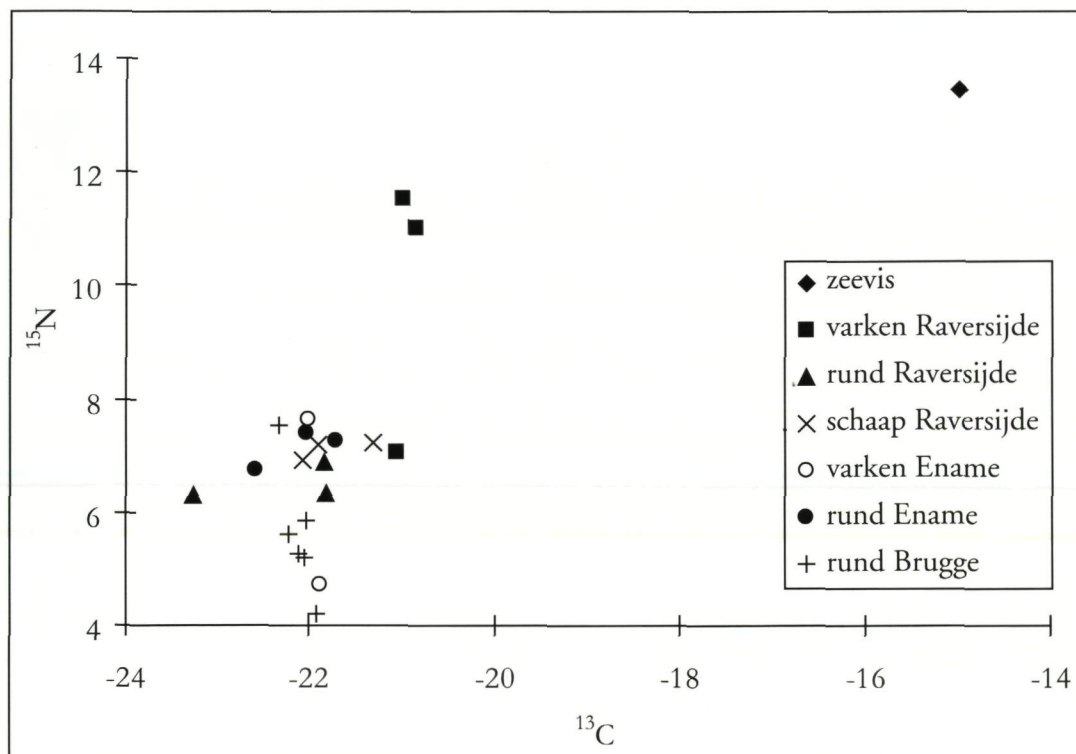
sijde was dergelijke voedingsstrategie evenwel niet meer mogelijk; bossen waren er niet meer in de buurt.

Uit de metingen blijkt verder dat het menselijk materiaal een grote variatie vertoont (fig. 3), zowel in $\delta^{13}\text{C}$ - als in $\delta^{15}\text{N}$ -waarden. Het skeletmateriaal uit Namen geeft de laagste $\delta^{15}\text{N}$ -waarden, wat kan wijzen op een gering aandeel van mariene producten en zoetwatervis in het dieet. Dit zou dus wijzen op een lage consumptie van vis in het algemeen, misschien om sociaal-economische redenen. Het botmateriaal uit Leuven en uit Antwerpen geeft enigszins hogere



1 $\delta^{13}\text{C}$ - en $\delta^{15}\text{N}$ -waarden (‰) voor botmateriaal van middeleeuwse mensen, huisdieren (rund, schaap en varken) en een zeevis uit Vlaamse sites (staalname zie tabel 3).

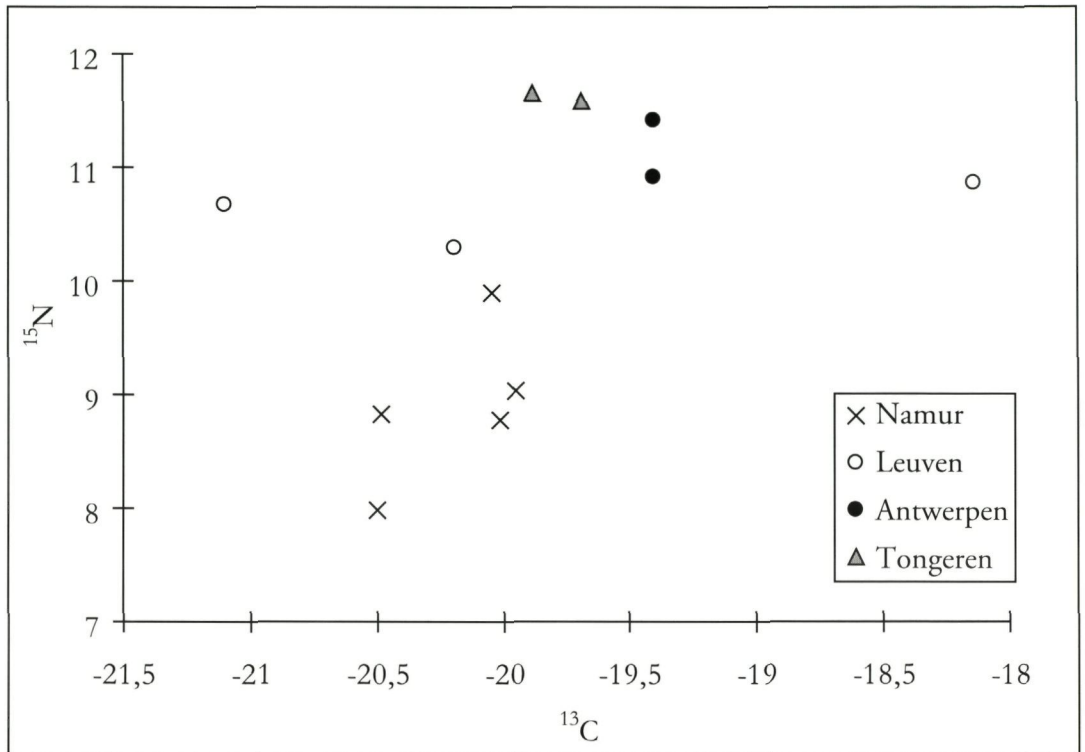
$\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ ratios (‰) of medieval human bones, and the medieval skeletal remains from domestic animals (cattle, scheid and pig) and a marine fish, sampled from Flemish sites (sampling: see table 3).



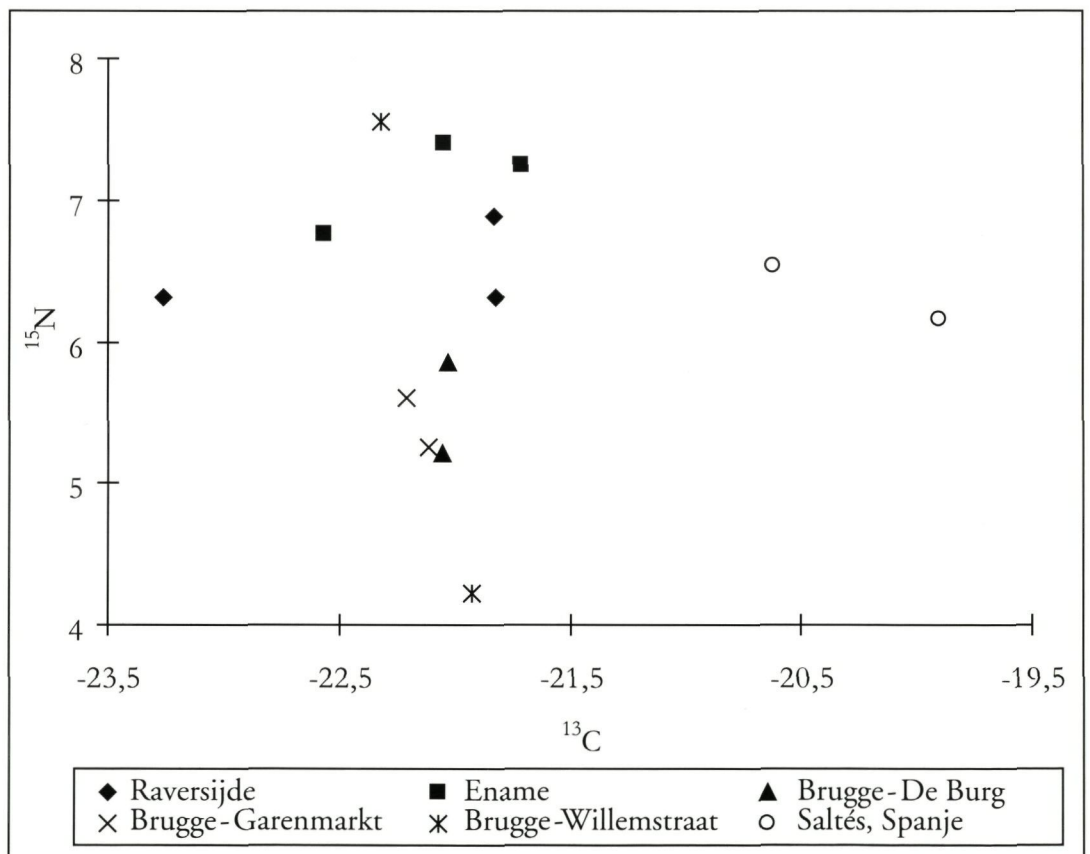
2 $\delta^{13}\text{C}$ - en $\delta^{15}\text{N}$ -waarden (‰) voor botmateriaal van middeleeuwse huisdieren (rund, schaap en varken) en een zeevis uit Vlaamse sites (staalname zie tabel 3).

$\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ ratios (‰) from medieval skeletal remains from domestic animals (cattle, scheid and pig) and a marine fish, sampled from Flemish sites (sampling: see table 3).

3 $\delta^{13}\text{C}$ - en $\delta^{15}\text{N}$ -waarden (‰) voor botmateriaal van middeleeuwse mensen uit Vlaamse sites (staalname zie tabel 3).
 $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ ratios (‰) from medieval human bones, sampled from Flemish sites (sampling: see table 3).



4 $\delta^{13}\text{C}$ - en $\delta^{15}\text{N}$ -waarden (‰) voor botmateriaal van middeleeuwse runderen uit Vlaamse sites en uit én Spaanse vindplaats (staalname zie tabel 3).
 $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ ratios (‰) from medieval skeletal remains from cattle, sampled from Flemish and a single Spanish site (sampling: see table 3).



waarden, maar slechts één Leuvens skelet kan door minder negatieve $\delta^{13}\text{C}$ -waarden een wat hogere consumptie van mariene produkten doen vermoeden. Opvallend is tenslotte dat de vroeg-middeleeuwse skeletten uit Tongeren ook op een beduidende inname van vis wijzen. De stand van het archeozoologisch onderzoek van Vlaamse sites, meer bepaald van de visresten, geeft aan dat er hoogstwaarschijnlijk vóór het jaar 1000 AD geen import van zeevis in onze gewesten voorkwam²⁴, wat dus betekent dat de hoge $\delta^{15}\text{N}$ -waarden voor de Tongerse skeletten zouden moeten verklaard worden door een frequente consumptie van zoetwatervis.

Wat de herkomstbepaling van de Brugse langhoornige runderen betreft, bleek uit de radio-koolstofdateringen (tabel 3) dat de beide Brugse ensembles (Willemstraat en Garenmarkt) sterk in ouderdom verschilden. De hoornpitten uit het site Brugge-Willemstraat blijken 18de-19de-eeuws te zijn! Vergelijking van de $\delta^{13}\text{C}$ -waarden met deze van materiaal uit Brugge-Garenmarkt (dat *grosso modo* 15de-eeuws is), uit de Brugse Burg (9de-10de-eeuws), uit Raversijde (15de-eeuws) en uit Ename (10de-13de-eeuws) tonen, op één uitzondering na, een grote overeenkomst ($\delta^{13}\text{C}$ -waarden rond circa -22 ‰) (fig. 4). Deze overeenkomende waarden suggereren reeds dat de langhoornige runderen uit het Willemstraat-site niet uit een andere klimaatzone afkomstig zijn dan de andere runderen uit de bemonsterde populatie. Het materiaal uit Spanje heeft bovendien beduidend minder negatieve waarden voor $\delta^{13}\text{C}$. Dit wijst er op dat zowel de langhoornige runderen uit Brugge-Willemstraat als de korthoornige uit Brugge-Garenmarkt van lokale herkomst zijn. De theorie van de import van huiden voor de leerlooierij mag dus worden verworpen; de langhoornige runderen zijn gewoon een post-middeleeuws ras dat tot nog toe niet door de archeologie geïllustreerd was. Opvallend bij de

isotopenbepalingen op de runderbotten blijft de grote variatie in $\delta^{15}\text{N}$ -waarden binnen het Vlaamse materiaal. Een verklaring ligt niet onmiddellijk voor de hand maar moet wellicht te zoeken zijn in verschillen in de voeding.

5 Conclusie

Deze pilootstudie heeft uiteraard enkel voorlopige resultaten bereikt, die door verder onderzoek moeten getest worden. De verschillen tussen het dieet van enkele varkens uit Raversijde en dit van andere middeleeuwse huisdieren uit andere sites, openen reeds een onderzoekspiste die verder zal worden gevolgd. Mogelijk kan informatie verkregen worden over de overgang van in het bos foeragerende varkens naar dieren die dichtbij de menselijke bewoning werden gehouden, en die consumptie- en ander afval als voeding kregen. Het menselijk dieet in de middeleeuwen moet eveneens door meer onderzoek verder belicht worden. De herkomstbepaling van dierlijke produkten kan tenslotte niet uit het oog worden verloren, zeker wanneer dierlijk materiaal wordt gevonden dat niet aan de vertrouwde karakteristieken, gekend uit andere sites, beantwoordt.

6 Dankwoord

Het onderzoek werd gefinancierd door middel van een Krediet aan Navorsers (1.5.460.98N) van het Fonds voor het Wetenschappelijk Onderzoek (FWO). De auteurs danken tevens hun collega's-archeologen voor de samenwerking: D. Callebaut en K. De Groote (opgravingen te Ename), B. Hillewaert (Brugge), M. Pieters (Raversijde), J. Plumier (Namur), V. Vandekerchove (Leuven), A. Vanderhoeven (Tongeren), en J. Veeckman (Antwerpen).

SUMMARY

Diet reconstruction and establishment of place of origin by ^{13}C en ^{15}N stable isotope analysis on animal and human skeletal remains: a pilot study on medieval material from Flanders

A pilot project was set up analysing the $\delta^{13}\text{C}$ en $\delta^{15}\text{N}$ ratios within the collagen of animal and human bones from medieval sites in Flanders. Two applications of this technique were tested: the reconstruction of former dietary patterns for both humans and animals, and the establishment of the place of origin of animal products. It was established that the diet of the high medieval pigs from Ename (inland Flanders) was essentially herbivorous but that, in contrast, two out of three pigs from the late medieval coastal settlement of Raversijde showed an omnivorous diet, comparable to that of

medieval people. The hypothesis can be put forward that this pattern reflects the transition from pigs that were herded in the forests to animals that lived close to human habitation, living on consumption leftovers and other organic waste. Within the human dietary patterns, differences can also be observed between the sites, but the dataset is too small to allow sound interpretations to be made. Finally, the working hypothesis that the longhorn horncores found at a tannery site at Brugge represent imports from the south, could be contradicted. There is no $\delta^{13}\text{C}$ temperature signal to be observed.

²⁴ Ervynck *et al.* in druk b.

BIBLIOGRAFIE

- CALLEBAUT D. 1991: Castrum, Portus und Abtei von Ename. In: BÖHME H.W. (ed.), *Burgen der Salierzeit. Teil 1. In den nördlichen Landschaften des Reiches*, Sigmaringen, 291-309.
- ERVYNCK A. 1991: 'De beer die woonde op de burg...': mens en dier in een vroegmiddeleeuwse versterking. In: DE WITTE H. (ed.), *De Brugse Burg. Van grafelijke versterking tot moderne stadskern* (Archeo-Brugge 2), Brugge, 170-180.
- ERVYNCK A. in druk: *Orant, pignant, laborant*. The diet of the three orders within the feudal society of medieval Europe. In: JONES O' DAY S., VAN NEER W. & ERVYNCK A. (eds), *Behaviour behind bones*, Oxford.
- ERVYNCK A., HUPPERETZ W. & VAN WINTER J.M. 1996: Papier, botten of pitten? De kansen en problemen van een geïntegreerde aanpak van het thema middeleeuwse voeding. In: HUPPERETZ W. & VAN WINTER J.M. (eds), *Dagelijks leven op Limburgse kastelen (1350-1600): voedsel en voedselbereiding*, Venlo, 6-23.
- ERVYNCK A., HILLEWAERT B., MAES A. & VAN STRYDONCK M. in druk a: Tanning and horn working at late and post-medieval Brugge: the organic evidence. In: MURPHY P. & WILTSHIRE P. (eds), *The environmental archaeology of industry*, Oxford, 60-70.
- ERVYNCK A., VAN NEER W. & PIETERS M. in druk b: How the North was won (and lost again). Historical and archaeological data on the exploitation of the North Atlantic by the Flemish fishery. In: HOUSLEY R.A. & COLES G.M. (eds), *Atlantic connections and adaptations: economies, environments and subsistence in lands bordering the North Atlantic*, Oxford.
- HILLEWAERT B. & ERVYNCK A. 1991: Leerlooi-erskuipen langs de Eekhoutstraat. In: *Jaarboek 1989-1990. Brugge Stedelijke Musea*, Brugge, 109-123.
- KIGHTLY C., PIETERS M., TYS D. & ERVYNCK A. 2000: *Walraversijde 1465*, Brugge.
- LANTING J.N. & VAN DER PLICHT J. 1996: Wat hebben Floris V, skelet Swifterbant S2 en visotters gemeen?, *Palaeohistoria* 37/38, 491-519.
- LAURIOUX B. 2002: *Manger au Moyen Âge*, s.l.
- LENTACKER A. & ERVYNCK A. 1999: The archaeofauna of the late medieval, Islamic harbour town of Saltés (Huelva, Spain), *Archaeofauna* 8, 141-157.
- LENTACKER A., VAN NEER W. & PLUMIER J. 1997: Historical and archaeozoological data on water management and fishing during medieval and post-medieval times at Namur (Belgium). In: DE BOE G. & VERHAEGHE F. (eds), *Environment and Subsistence in Medieval Europe. Papers of the 'Medieval Europe Brugge 1997' Conference Volume 9*, (I.A.P. Rapporten 9), Zellik, 83-94.
- LONGIN R. 1975: New method of collagen extraction for radiocarbon dating, *Nature* 230, 241-242.
- MONTANARI M. 1994: *Honger en overvloed*, Amsterdam.
- PLUMIER J. 1993: Namur: archéologie urbaine. Fouilles de prévention 1990-91, *Chronique de l'Archéologie Wallonne* 1, 117-119.
- POLLARD A.M. & WILSON L. 2001: Global biogeochemical cycles and isotope systematics - how the world works. In: BROTHWELL D.R. & POLLARD A.M. (eds), *Handbook of archaeological sciences*, Chichester, 191-201.
- SEALY J. 2001: Body tissue chemistry and palaeodiet. In: BROTHWELL D.R. & POLLARD A.M. (eds), *Handbook of archaeological sciences*, Chichester, 269-279.
- VANDEKERCHOVE V. 1998: Stadsarcheologie als grondig onderzoek van het Leuvens verleden. In: BESSEMANS L. et al. (eds), *Leven te Leuven in de late middeleeuwen*, Leuven, 127-139.
- VAN DEN HOVE P., VANDERHOEVEN A. & VYNCKIER G. 2002: Het archeologisch onderzoek in de O.L.V.-basiliek van Tongeren. fase 1: 1999-2001, *Monumenten en Landschappen* 21 (4), 12-37.
- VAN KLINKEN G.J., RICHARDS M.P. & HEDGES R.E.M. 2000: An overview of causes for stable isotopic variations in past European human populations: environmental, ecophysiological, and cultural effects. In: AMBROSE S.H. & KATZENBERG M.A. (eds), *Biogeochemical approaches to paleodietary analysis*, New York, 39-63.
- VAN KLINKEN G.J., VAN DER PLICHT J. & HEDGES R.E.M. 1994: Bone $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios reflect (palaeo)climatic variations, *Geophysical Research Letters* 21, 445-448.

VAN STRYDONCK M., LANDRIE M., HENDRIX V., VAN DER BORG K., DE JONG A.F.M., ALDERIESTEN C. & KEPPENS E. 1998: *Royal Institute for Cultural Heritage Radiocarbon Dates XVI*, Brussels.

VAN STRYDONCK M., LANDRIE M., HENDRIX V., MAES A., VAN DER BORG K., DE JONG A.F.M., ALDERIESTEN C. & KEPPENS E. 2001: *Royal Institute for Cultural Heritage Radiocarbon Dates XVII*, Brussels.

VAN STRYDONCK M. & WOUTERS J. 2001: Pitfalls in radiocarbon dating of archaeological bone derived gelatin and specific gelatin fraction. In: LODEWIJCKX M. (ed.), *Belgian archaeology in a European setting 1*, Acta Archaeologica Lovaniensia Monographiae 12, Leuven, 131-138.

VEECKMAN J. 1998: De oudste Antwerpenaar op het spoor (Antw.), *Archaeologia Mediaevalis* 21, 65-66.