



**WETENSCHAPPELIJK COMITÉ
VAN HET FEDERAAL AGENTSCHAP VOOR DE VEILIGHEID
VAN DE VOEDSELKETEN**

ADVIES 36-2009

**Betreft : Raming van de blootstelling van de Belgische bevolking aan lood
(dossier Sci Com Nr 2009/14).**

Advies gevalideerd door het Wetenschappelijk Comité op 11 december 2009.

Samenvatting

Lood (Pb) is een milieucontaminant vooral afkomstig van antropogene emissies. Levensmiddelen zijn de belangrijkste bron van blootstelling aan Pb. De FAO/WHO (1999) heeft een voorlopige aanvaardbare wekelijkse dosis (Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI) van 25 µg/kg bw/week vastgesteld.

Aan het Wetenschappelijk Comité van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) werd gevraagd om de Pb inname van de Belgische bevolking te ramen en de bijdrage van de verschillende categorieën van levensmiddelen te bepalen.

Op basis van gegevens uit de Belgische voedselconsumptiepeiling (2004) en de resultaten van de Pb analyse in het kader van het controleprogramma van het FAVV voor 2006, 2007 en 2008 werd de mediane en de 95-percentiel Pb inname van de volwassen Belgische bevolking geraamd op 0,9 µg/kg lichaamsgewicht/week en 2,5 µg/kg lichaamsgewicht/week, respectievelijk. De mediane en de 95-percentiel Pb inname van de kinderen werd geraamd op 2,9 µg/kg bw/week en 7,5 µg/kg bw/week. De gemiddelde inname van consumenten die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van verbruik van groenten en vis werd geraamd op 0,98 µg/kg bw/week en 1,02 µg/kg bw/week, respectievelijk.

De groepen van levensmiddelen die het meeste bijdragen aan de Pb-blootstelling zijn dranken (sap), graanproducten (brood, pasta,...), groenten en aardappelen. Zuivelproducten leveren naast hoger vermeldde producten eveneens een belangrijke bijdrage tot de blootstelling van kinderen en dit te wijten aan een hoge inname.

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan om lood eveneens in een aantal producten zoals orgaanvlees (lever, nier) van runderen en in leverpaté te analyseren.

Summary

Advice 36-2009 of the Scientific Committee of the FASFC on the estimation of dietary intake of lead by the Belgian population

Lead (Pb) is an environmental contaminant, which mainly comes from anthropogenic emission. Food is the main source of lead exposure. The FAO/WHO (1999) has established a Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) of 25 µg/kg body weight (bw)/week for lead.

The Scientific Committee of the Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC) was requested to estimate the exposure of the Belgian population to lead and to determine the contribution of different food categories to the exposure.

Based on consumption data from the Belgian food survey (2004) and results from the Pb analyses control in the framework of the control program from the FASFC for 2006, 2007 and 2008, the median and the 95th percentile dietary exposure to lead of the Belgian adult population was estimated at 0,9 µg/kg bw/week and 2,5 µg/kg bw/week, respectively. The median and the 95th percentile dietary exposure of children was estimated at 2,9 µg/kg bw/week and 7,5 µg/kg bw/week. The Pb dietary exposure for consumers which follow the food recommendations for the consumption of vegetables and fish was estimated at 0,98 µg/kg bw/week and 1,02 µg/kg bw/week, respectively.

The food groups that are the main contributors to the lead exposure are beverages (juice), cereals (bread, pasta, ...), vegetables and potatoes.

Milk products, like the above mentioned products, also contribute importantly to the dietary exposure of children and this because of their high consumption.

The Scientific Committee recommends to analyze lead in a certain number of products like in bovine offal (liver, kidney) and in liver pâté.

Sleutelwoorden

Lood, levensmiddelen, inname

1. Referentietermen

1.1. Vraagstelling

Aan het Wetenschappelijk Comité werden de volgende vragen gesteld :

- Wat is de blootstelling via voeding van de Belgische bevolking aan lood?
- Welke bijdrage leveren de verschillende categorieën levensmiddelen aan die blootstelling?

1.2. Wettelijke context

- Verordening (EG) nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.
- Verordening (EG) nr. 629/2008 van de Commissie van 2 juli 2008 tot wijziging van verordening (EG) nr. 1881/2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.

Overwegende de besprekingen tijdens de werkgroepvergaderingen van 9 april 2009, 16 juni 2009 en de plenaire zitting van 11 december 2009;

geeft het Wetenschappelijk Comité het volgende advies :

2. Risico-evaluatie voor lood

1.1. Gevarenidentificatie

Lood (Pb) (CAS nr. : 7439-92-1) is een zacht, zwaar en niet-essentieel metaal (atoomgewicht 207.2), met een helder zilverkleurig uitzicht, dat bij contact met lucht en water snel wordt bedekt door een matte laag grijs-blauw onoplosbaar loodcarbonaat. Men treft het in kleine concentraties aan in de aardkorst, vooral onder de vorm van loodsulfide (*galena*), maar de wijd verspreide aanwezigheid van lood in het milieu is in grote mate een gevolg van antropogene activiteit (IARC, 2006). Het nut van lood werd al in de prehistorie ontdekt. Lood werd in het Romeinse rijk gebruikt voor leidingen en vaatwerk. Het gebruik van lood nam geleidelijk toe met de industrialisering en steeg aanzienlijk naarmate er in de 20ste eeuw meer auto's kwamen. Het gebruik van lood in leidingen, in verf en als benzineadditief had tot gevolg dat lood in het milieu terecht kwam en dat de mens eraan werd blootgesteld (IARC, 2006). Lood wordt thans vooral gebruikt in zuur-loodbatterijen (batterijen voor wagens en andere accumulatoren) en in mindere mate in bouwmaterialen (vochtdichtheid, bescherming tegen straling, lawaai, trillingen, zuurcorrosie, ...) en chemische producten op basis van lood (IARC, 2006).

De emissie van lood in de lucht is in de eerste plaats een gevolg van industriële activiteit (gebruik van ertsen in de metaalindustrie, het terugwinnen van oude metalen, batterijen, ...), en in steden en langs wegen, van het vroegere gebruik van tetraethyllood in benzine voor motorvoertuigen.). Gedurende de laatste twee decennia is met de verdwijning van het verbruik van gelode benzine, de luchtverontreiniging door lood echter sterk afgenomen (INERIS, 2003). Inademing van fijn stof emissies in de atmosfeer van bronnen die lood genereren, is een andere route van blootstelling. Sigarettenrook bevat ook kleine

hoeveelheden lood. Lood is in de lucht aanwezig als partikels. 30-50% van de geïnhaleerde deeltjes blijven in de ademhalingswegen (INERIS, 2003).

Chronische blootstelling aan relatief lage loodgehalten kan nefaste gevolgen hebben voor de gezondheid. Sommige mensen worden voornamelijk blootgesteld aan lood op het werk (vervaardiging van artikelen van lood of loodhoudende legeringen, munitie en explosieven, batterijen, metalen, lassen, elektrische of elektronische apparatuur, schieten, verf en vernis, email en aardewerk, kristal, kunststof, ...). Bij de niet-beroepsmatig blootgestelde bevolking is voeding de belangrijkste route van blootstelling aan lood: besmetting van voeding is een gevolg van de vervuiling van de atmosfeer en de bodem. Loodwit, dat op grote schaal gebruikt werd als pigment in verven en coatings in de eerste helft van de 20^{ste} eeuw, en loodmenie (antiroestmiddel voor staal) kunnen een bron zijn van verontreiniging van het binnenmilieu in oudere huizen. Voormalige elektrische bedrading of oude loden leidingen zijn andere mogelijke bronnen van contaminatie van oudere huizen. Kinderen zijn, door hun typisch hand-mondgedrag, een risicogroep voor blootstelling aan stof na verwerking en slijtage van deze loodhoudende materialen.

Rekening houdend met de vele bronnen van niet-beroepsmatige blootstelling, wordt lood beschouwd als de niet-essentieel element dat het meest overvloedig aanwezig is in het menselijk lichaam (Lauwerys, 2007).

Metabolisme

Lood komt voornamelijk in het lichaam terecht langs orale weg en via de longen. Na inademing van damp of stof van lood, zal verspreiding gebeuren naar de bloedbaan na oplossen van het lood in de luchtwegsecreties. Bij volwassenen wordt ongeveer 50% van het ingeademde lood geabsorbeerd, maar de biologische beschikbaarheid na alveolaire depositie is bijna 90%. Dit is de belangrijkste bron van blootstelling op de werkplek, maar een orale blootstelling door verbruik van levensmiddelen op de werkplek of slechte hygiëne (handen wassen, verandering van kleding) komen ook vaak voor. Een klein deel van het geïnhaleerde lood kan ook worden geabsorbeerd langs orale weg na het inslikken van ademhalingssecreties.

Na gastro-intestinale absorptie, komt lood in de bloedbaan terecht door passieve diffusie en actief transport. De gastro-intestinale biobeschikbaarheid van lood is beperkt (minder dan 10%) bij volwassenen wanneer het voorkomt in besmette levensmiddelen, maar is belangrijker in afwezigheid van levensmiddelen (40 tot 50%). Het is belangrijker bij kinderen (50%). De gastro-intestinale beschikbaarheid zou worden verminderd door de gelijktijdige inname van calcium. Daarentegen lijkt melk de gastro-intestinale absorptie van lood te verhogen. Een groot tekort aan ijzer, calcium, of plantaardige vezel kan ook de gastro-intestinale absorptie van lood bevorderen door DMT1 (tweewaardig Metal Transporter 1), maar de beschikbare gegevens zijn tegenstrijdig. De gastro-intestinale absorptie van lood wordt versterkt door vitamine D.

Transcutane absorptie van anorganisch lood is laag. Daarentegen wordt organisch lood (tetraethyl of tetramethyl lood), voornamelijk opgenomen door inademing en via de huid.

In het bloed wordt lood opgesplitst in een vorm die fixeert op de erythrocyten (90-95%) en een vrije plasmavorm die zal opgeslagen worden in de weefsels of uitgescheiden worden in de urine (INERIS, 2003). Lood wordt verdeeld in het lichaam over een parenchymatisch en een bot compartiment.

- Het eerste compartiment betreft voornamelijk de nieren, lever, spieren, hersenen en de placenta en vertegenwoordigt 2 tot 10% van de lichaamsopslag (giftig Pb of omwisselbaar groep). De halfwaardetijd is 30 tot 40 dagen. In vergelijking met inhalatie van Pb, is de absorptie in de lever en de nieren na orale inname 3 keer belangrijker (INERIS, 2003). Autopsies uitgevoerd op werknemers tonen, in dalende volgorde, een accumulatie van lood aan in lever > nieren > longen > hersenen. Lood stapelt zich ook op in tanden, nagels en haren. Lood passeert gemakkelijk de placenta door eenvoudige diffusie en prenatale blootstelling houdt een aanzienlijk risico in voor zeer jonge kinderen (INERIS, 2003). Organisch lood is zeer lipofiel en diffundeert gemakkelijk in de hersenen.
- In het tweede compartiment (botten en tanden), vervangt lood calcium op het niveau van de hydroxyapatiet kristallen. Deze "vaste pool" vertegenwoordigt 90% van de opslag van Pb en de halfwaardetijd ligt boven de 10 jaar. Algemeen beschouwd als weinig mobiliseerbaar, kan een snelle demineralisatie (bijv. bij osteoporose van de zwangere vrouw of van ouderen) gepaard gaan met significante vrijstelling van lood en kan leiden tot toxische verschijnselen bij belangrijke impregnatie, zelfs indien de blootstelling is gestopt sinds meerdere jaren. Lood hoopt zich ook op in de haren en nagels.

Organisch lood wordt gemetaboliseerd door de lever. Vrij lood wordt verspreid als anorganisch lood.

De belangrijkste route van excretie van geabsorbeerd lood is via de urine (75%-80%). Een bepaald percentage wordt geëlimineerd via gal en gastro-intestinale secreties, daarna door feces, maar er is ook een enterohepatische cyclus. De huid (opperhuidbegroeiing, zweet) is een weinig belangrijke eliminatieweg. Lood dat niet geabsorbeerd wordt in het maagdarmkanaal, wordt uitgescheiden in de feces (INERIS, 2003). Organisch, niet gemetaboliseerd, lood wordt uitgescheiden in de urine.

Kinderen zijn gevoeliger voor blootstelling aan lood dan volwassenen. Dat heeft te maken met verschillen in de stofwisseling en in het gedrag (WHO, 2006). Het is bekend dat lood toxischer is voor kinderen die onvoldoende calorieën, ijzer en calcium innemen (Mahaffey, 1995).

Acute toxiciteit

Acute vergiftiging is zeldzaam en treedt meestal op bij het uitvoeren van een aantal intensieve bedrijfsactiviteiten (snijden van metalen die behandeld werden met roestwerende verf bij voorbeeld) of tijdens de accidentele inname van loodzout (bijvoorbeeld lood acetaat). Acute toxiciteit manifesteert zich door gastro-intestinale stoornissen (epygastralgia, buikkrampen, braken), nier aantasting (acute tubulaire nefropathie met proteïnurie, oligo-anurie, nierfalen) en soms lever aantasting (cytolytische hepatitis). Hemolytische anemie is ook mogelijk. Ernstige vergiftiging kan leiden tot encefalopathie, vooral bij kinderen. De encefalopathie kan plotseling beginnen als het bloedloodgehalte hoog is en vergezeld gaat van verwarring of delirium, stuip trekkingen of neurologische tekorten. De ernstige vormen gaan gepaard met hersenoedeem, coma met de dood tot gevolg indien geen snelle behandeling wordt ingezet. Blijvende letsels komen frequent voor (epilepsie, motorische of visuele afwijkingen, enz.).

Acute intoxicatie moet worden onderscheiden van acute gebeurtenissen die kunnen optreden in het geval van een chronische buitensporige impregnatie (bij bot demineralisatie of chelatietherapie bijvoorbeeld).

Chronische toxiciteit

Als het bloedloodgehalte lager is dan 40 tot 50 µg/100ml, blijft vergiftiging meestal asymptomatisch. Overmatig lood stapelt zich op in het bot. De overmatige lichaamsbelasting kan worden opgespoord op basis van biologische en radiologische kenmerken. Toch kan er sprake zijn van subjectieve en niet specifieke klachten: gastro-intestinale stoornissen, prikkelbaarheid, spier- en gewrichtspijn en concentratiestoornissen. Onder nuttig biologische onderzoeken moeten we een onderscheid maken tussen deze die de blootstelling en de impregnatie (bloedloodgehalte, plomburie, plomburie veroorzaakt door chelator, lood in

opperhuidbegroei) weergeven een deze die de gevolgen van overmatige impregnatie (hematologie onderzoek, delta -- ALA coproporphyrinurie, ZPP ...) aangeven.

Chronische toxiciteit manifesteert zich klinisch wanneer bij natuurlijke zuivering grenswaarden worden overschreden (gemiddeld meer dan 330 µg/d) en in geval dat de lichaamsbelasting al hoog is (cumulatieve toxiciteit), wat resulteert in een stijging van het bloedloodgehalte.

Boven 60 tot 70 µg/100 ml, kunnen klinische symptomen optreden (bevestigd saturnisme): ze kunnen worden geassocieerd met verschillende syndromen.

Gastro-intestinale stoornissen

Anorexie, dyspepsie en weinig karakteristieke stoornissen van het voedseltransport komen vaak vroegtijdig voor bij milde tot matige vergiftiging.

"Lood koliek" is zeldzaam geworden en is een teken van ernstige vergiftiging (> 100 tot 150 µg/100 ml). Koliëken bestaan uit episodes van ernstige en algemene buikkrampen, die afnemen in de loop van enkele dagen van persisterende constipatie. Zij kunnen gepaard gaan met diarree. Er is geen koorts en de buik blijft over het algemeen soepel.

Neurotoxiciteit

- Stoornissen van het centraal zenuwstelsel

Bij volwassenen, is in het geval van een langdurige impregnatie met een bloedloodgehalte van meer dan 50 µg/100 ml, lood verantwoordelijk voor een psycho-organisch syndroom gekenmerkt door hoofdpijn, asthenie, slaapproblemen, vermindering van sensomotorische en intellectuele prestaties en stoornissen van stemming en gedrag.

Lood encefalopathie vormt de meest ernstige manifestatie van saturnisme, maar is zeldzaam bij volwassenen en uitzonderlijk op de werkplek. De ernst hangt af van de intensiteit, de duur van de blootstelling en de leeftijd. Door een betere orale absorptie en onvolgroeide hersenen, is lood encefalopathie meer frequent bij kinderen en laat vaak nawerkingen na in het bijzonder onder de vorm van cognitieve aantasting.

De intermediaire metabolieten van tetramethyl Pb en tetraethyl Pb veroorzaken in hoge dosis een encefalitis geassocieerd met hersenoedeem door inhibitie van een neuronale metalloenzyme.

- Stoornissen van het perifere zenuwstelsel

Ze bestaan vooral uit motorische polyneuropathie, geassocieerd met axonale demyelinisatie. Soms is er sensorische polyneuropathie. De verlamming van de onderarm ("pseudo-radiaal"), gevolgd door de aantasting van de extensoren van de hand (3de en 4de vinger van de dominante hand) en pols is typisch, maar zeldzaam en het bereiken van de onderste ledematen komt frequenter voor (peronealis en extensoren van de voeten en tenen). Een veralgemeende aantasting, ademhaling inbegrepen, is uitzonderlijk. De stoornissen zijn langzaam reversibel na stopzetting van de blootstelling, maar blijvende letsels zijn mogelijk als de blootstelling ernstig en van lange duur was. De NOAEL voor lood polyneuropathie zou 40 µg/100 ml zijn (Chia *et al.*, 1996).

- Nefrotoxiciteit en hypertensie

De nier aantasting getuigt van een grote impregnatie, die overeenkomt met een bloedloodgehalte dat steeds hoger is dan 60-70 µg/100 ml. Het werkingsmechanisme blijft onzeker: directe toxische werking, hypertensie, hyperuricemie, of via het immuun systeem werden vermeld. Het wordt oorspronkelijk gekenmerkt door proximale tubulopathie gekenmerkt door Fanconi-syndroom (amino-acidurie, hyperphosphaturie, glucosurie) veroorzaakt door diverse enzymatische storingen in de tubulaire cellen, microproteinurie (not. alpha1- en beta2-microglobuline, retinol binding protein) en enzymurie (not. NAG). De nierbiopsie toont een cytomegalie en dichte eosinofiele inclusies samengesteld uit complexe Pb/eiwitten in de tubulaire cellen en mitochondriale afwijkingen. Deze afwijkingen zijn reversibel binnen 1 of 2 jaar.

Na 10 tot 30 jaar van zware blootstelling overeenkomend met bloedloodgehalten boven de 60 µg/100 ml, ontwikkelt zich een matige chronische nierinsufficiëntie, ten gevolge van glomerulaire schade en tubulo-interstitiële niet-specifieke (interstitiële fibrose, tubulaire dilatatie, hyperplasie van tubulaire, epitheliale cel, glomerulaire sclerose ...). Het is definitief en vaak geassocieerd met hypertensie en hyperuricemie. De grootte van de nieren is

verminderd op beeldanalyse, terwijl de biopsie een aspect van hyaline, glomerulaire en interstitiële sclerose vertoont. Sterfte door nierfalen is aanzienlijk gestegen bij werknemers van gieterij en fabrieken van batterijen.

Buiten het nierfalen, werd een associatie vermeld tussen blootstelling aan lood en arteriële hypertensie op basis van dierexperimenten. Deze combinatie blijkt zeer laag te zijn bij de mens (Staessen *et al.*, 1994; Nawrot *et al.*, 2002). Paroxistische hypertensie kan echter samen voorkomen met saturnisme koliek: dit zou het gevolg zijn van vasoconstrictie van de nier arteriën.

Hematologische stoornissen

Lood veroorzaakt een matige normocytisch normochromisch regeneratieve bloedarmoede, met normaal of licht verhoogd ferritine. Bij kinderen komen microcytose en hypochromie vaker voor, als gevolg van een tekort van ijzer. In het algemeen verschijnt een bloedarmoede alleen voor chronisch bloedloodgehaltes hoger dan 70-80 µg/100 ml.

De oorspronkelijke mechanismen van deze bloedarmoede zijn gevarieerd en combineren een gebrek van productie en versnelde vernietiging van erythrocyten:

- Lood remt enzymen die zwavel atomen bezitten in de keten van heem synthese op het niveau van erythroblasten van het beenmerg (ALA-synthetase, ALA dehydrase en ferrochelatase). Vroege opsporing van de accumulatie van precursoren (urine ALA) is belangrijk om een overmatige blootstelling te onderstrepen. Interferentie met de ferrochelatase bevordert vastlegging van zink (in plaats van ijzer) en resulteert in een verhoogde zink protoporphyrine (ZPP). De synthese van de globine kan ook verstoord worden (Ali en Quinlan, 1977). Onderzoek van het beenmerg onderstreept een gebrek van maturiteit van erythrocyten met accumulatie van megaloblastaire, polyploid erythroblasten en van erythroblasten met basofiele korrels (clusters ribonucleïnezuur) (Albahary, 1972) toegeschreven aan de remming van pyrimidine -5 nucleotidase (Valentine *et al.*, 1976; Lauwerijs, 2007). De rol van een vermindering van de productie van erythropoëetine door de nieren werd ook vermeld (Osterode *et al.*, 1999; Graziano *et al.*, 1991), maar werd niet bevestigd tot op heden bij beroepsmatige blootstelling (Lauwerijs, 2007).
- Lood verzwakt de membraan van de rode bloedcellen en vermindert hun halfwaardetijd met ongeveer 20% (hemolytische component). Remming van pyrimidine-5-nucleotidase door lood zou ook verantwoordelijk zijn (Valentine *et al.*, 1976). Een verandering van de Na-K ATPase membraan functie, een daling van het membraan inhoud in sialzuur, een remming van glucose-6-fosfaat dehydrogenase of peroxidatie van membraanlipiden in verband met de productie van oxiderende radicalen zijn andere mechanismen die vermeld worden (Lauwerijs, 2007).

Bot toxiciteit

Lood hoopt zich voornamelijk op in botweefsel, waar een toxisch effect wordt veroorzaakt op de osteoblasten, osteoclasten en chondrocyten. Dankzij zijn grote affiniteit voor osteocalcinespiegels, zou lood de binding van calcium op hydroxyapatiet verstoren evenals de bot mineralisatie tijdens de groei. Deze veronderstellingen zijn voornamelijk gebaseerd op observaties van dieren die een vermindering van botdichtheid en vertraging van herstel van fracturen vertonen bij blootstelling aan lood via voeding of het milieu (Lauwerijs, 2007).

Lood veroorzaakt bij kinderen een groeiachterstand, maar een vermindering van de botdichtheid werd niet gevonden (Laraque *et al.*, 1990, Campbell *et al.*, 2004). Een versnelling van bot rijping kan zelfs verantwoordelijk zijn voor een aanleg voor latere osteoporose

Voorplanting stoornissen

Onvruchtbaarheid kan voortvloeien uit de kwalitatieve en kwantitatieve vermindering van sperma en zou kunnen worden gerelateerd aan een directe toxische werking op de tubuli. Deze afwijkingen lijken reversibel te zijn. Hormonale stoornissen (vermindering van testosteron, vergroting van LH-en/of FSH en van prolactine worden ook gemeld bij mannelijke werknemers aan lood blootgesteld (Lauwerijs, 2007).

Het effect van lood op de incidentie van miskramen en vroeggeboortes bij vrouwen is omstreden en waarschijnlijk afhankelijk van het bereikte bloedloodgehalte.

Lood passeert de placenta door eenvoudige diffusie en hoopt zich op in foetale bot. Het lijkt niet teratogeen bij de mens, maar de dosis-gerelateerde foetale toxiciteit kwam door

hypotrofie met een vermindering van de schedelpermimeter en een vertraging van de psychomotorische en intellectuele ontwikkeling. Lood gaat ook over in de moedermelk. Wetenschappers en artsen nemen algemeen aan dat de nadelige gevolgen voor het zenuwstelsel en het gedrag die samenhangen met blootstelling aan lood in de ontwikkelingsfase, onomkeerbaar zijn en levenslang aanwezig blijven (Bellinger, 2004).

Genotoxiciteit, mutageniciteit carcinogeniciteit

De anorganische loodderivaten worden ingedeeld door IARC (2006) in klasse 2A (waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens) op basis van gegevens uit dierproeven (nier tumoren) en beperkte gegevens bij de mens. Lood heeft een zwak mutagene activiteit, maar zou de genotoxiciteit van straling en chemische agentia ("co-carcinogene werking) verbeteren (Lauwerijs, 2007). Een verhoogd risico van long-, maag- of blaaskanker werd gesuggereerd bij de mens (Fu en Boffetta, 1995; Steenland en Boffetta, 2000).

Zelfs als zij gedeeltelijk worden omgezet in anorganisch lood, worden organische verbindingen van lood niet ingedeeld bij de carcinogene stoffen voor de mens (groep 3).

Diverse

De blauw-grijze boord van Burton die de grens van de snijtanden en hoektanden met het mondslijmvlies aflijnt wordt zelden waargenomen. Deze reactie is een gevolg van de actie van waterstofsulfide geproduceerd door orale micro-organismen, op het lood in de bloedcirculatie (vorming van lood sulfide). Hetzelfde geldt voor leisteekleurig vlekken van Guler in de jukmucosa.

Zelfs indien een aantasting van de schildklierfunctie werd vermeld in diverse studies bij blootgestelde weknemers, dit lijkt onwaarschijnlijk indien het bloed een loodspiegel vertoont <60 µg/100ml (Lauwerijs, 2007).

2.2. Gevarenkarakterisatie

Het Gezamenlijke Comité van FAO/WHO-experts voor Voedseladditieven (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) stelde de voorlopige aanvaardbare weekdosis (Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI) voor lood vast op 25 µg/kg body weight (bw) (FAO/WHO, 1999).

Het Gezamenlijke Comité van FAO/WHO-experts voor Voedseladditieven behandelde de beschikbare informatie, met inbegrip van de correlaties tussen de bloedgehalten aan Pb en de specifieke effecten, het bloed, het loodgehalte van kinderen, en gecontroleerd epidemiologisch studies. Op basis van de informatie dat een gemiddelde dagelijkse inname van 3-4 µg/kg bw van lood door zuigelingen en kinderen niet geassocieerd is met een toename van het Pb gehalte in het bloed, werd een voorlopige toelaatbare wekelijkse inname (PTWI) van 25 µg/kg bw bepaald. Dit niveau heeft betrekking op lood uit alle bronnen (WHO, 1987).

2.3. Blootstellingsschatting

2.3.1. Consumptiegegevens

In 2004 voerde het Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid een nationale voedselconsumptiepeiling uit (De Vriese et al., 2006). Deze beschrijft het consumptiepatroon van 3.083 deelnemers die ouder zijn dan 15 jaar en tweemaal werden bevraagd (op 2 niet opeenvolgende dagen) over hun voedselconsumptie in de voorbije 24 uur. De gemiddelde consumptiewaarde van een levensmiddel werd voor de 2 niet opeenvolgende dagen berekend. Op basis van deze gemiddelde waarden werd de blootstelling van de volwassen Belgische bevolking boven de 15 jaar geraamd.

Er zijn geen gedetailleerde consumptiegegevens voor kinderen beschikbaar in België. Er wordt gepland om in 2011 te starten met een Belgische voedselconsumptiepeiling voor kinderen.

De Universiteit Gent (Vakgroep Maatschappelijke Gezondheidskunde) voerde in samenwerking met het Nutrition Information Center (NICE) in 2002-2003 in Vlaanderen een voedselconsumptiepeiling uit voor kleuters (2,5 - 6,5 jaar). De consumptiegegevens werden beoordeeld op basis van een schriftelijke, semi-kwantitatieve voedselfrequentievragenlijst gecombineerd met een driedaags eetdagboekje door de ouders (Huybrechts en De Henauw, 2007).

2.3.2. Loodconcentratie in levensmiddelen

Er werden ongeveer 4.000 resultaten van loodanalyses op levensmiddelen verzameld die het FAVV uitvoerde in 2006, 2007 en 2008 (tabel 1). Stalen werden genomen in verschillende schakels van de voedselketen in het kader van het controleprogramma van het FAVV, dat als doel heeft de controle van de overeenstemming met de regelgeving en de veiligheid van de voedselketen te waarborgen. Lood werd aangetroffen in 21% van de monsters. De mediane loodconcentraties (P50) werden voor elk van de levensmiddelen berekend (tabel 1). Waarden kleiner dan de aantoonbaarheidsgrens (LOD) of de bepalingsgrens (LOQ) werden vastgesteld op LOD/2 of LOQ/2 ('middle bound' benadering).

De literatuur (RIVM, 2003) rapporteert dat lood voorkomt in een groot aantal levensmiddelen, vooral in levensmiddelen welke in de nabijheid van industriezones, steden en autowegen worden geteeld. Graan, peulvruchten, fruit en vleesproducten nemen lood op. De lever en de andere doelwitorganen van Pb vertonen hogere loodgehaltes.

De hoogste loodconcentraties vond het FAVV in vlees van wild (tabel 1). Deze hoge concentraties (tot 2.505 mg/kg) zijn te wijten aan de aanwezigheid van kogelresten. Johansen *et al.* (2004) en andere auteurs (Tsuji *et al.*, 1999, 2001; Kosatsky *et al.*, 2001) meldden dat met loden kogels geschoten wild een bron is van lood in de voeding. Stukjes kogel die per abuis worden opgegeten kunnen leiden tot een verhoogde blootstelling aan lood en kunnen vergiftiging veroorzaken bij mensen (Johansen *et al.*, 2004).

Bladgroenten hebben een hogere loodconcentratie dan andere soorten groenten. Er werd lood aangetroffen in alle peterseliemonsters die werden onderzocht en de concentraties waren daarbij hoog (gemiddelde concentratie van 0,3 mg/kg). Lood wordt ook vaak teruggevonden in sla, spinazie en venkel. Van der Schee (2003) onderzocht 500 monsters van fruit, groenten en aardappelen en stelde eveneens vast dat bladgroenten, en in het bijzonder spinazie, meer lood bevatten (RIVM, 2003).

Het grootste aandeel van lood aanwezig in groenten en fruit komt uit de lucht. Specifieke risicogewassen van atmosferische depositie van sporenelementen (Pb en andere) zijn bladgroenten zoals spinazie, sla, andijvie, selderij, enz. (Harrison en Chirgawi, 1989). De depositie van atmosferische deeltjes en gasvormige verontreinigingen hebben hun effect vooral op de bovengrondse delen van planten (Harrison en Chirgawi, 1989; Dalenberg en Van Driel, 1990). Bladgroenten met een groot oppervlak en groenten geoogst in de herfst en de winter bevatten meer lood (De Temmerman en Hoening, 2004).

De Temmerman en Hoening (2004) hebben correlaties gevonden tussen de loodconcentraties in groenten en atmosferische depositie. Het wassen van groenten heeft een significant effect op de loodgehaltes. Veel van het geaccumuleerde stof kan worden verwijderd door spoelen na de oogst. Voor bladgroenten kunnen na wassen reducties van lood depositie van ongeveer 70% voor spinazie, 80 % voor sla, 70 % voor andijvie en 60% voor veldsla verkregen worden (De Temmerman, 2004).

Loodconcentraties tot 0,6 mg/kg werden gemeten in specerijen (tabel 1).

Er werd geen lood gevonden in het geanalyseerde fruit (aalbessen, aardbeien, meloen, druiven). de Winter-Sorkina *et al.* (RIVM, 2003) meldden dat in de categorie fruit frambozen het sterkst aangerijkt kunnen zijn. Er werden hoge loodconcentraties (0,93 mg/kg) gemeten in Turkse druiven die in Canada werden verkocht. Het gebruik van fungiciden op basis van met lood verontreinigd koper werd beschouwd als de oorzaak van deze verontreiniging (Rubio *et al.*, 2005).

In een groot aantal analyses van zuivelproducten en eieren, werden alleen lage concentraties gemeten (tabel 1).

De loodconcentraties die in vis werden gemeten door het FAVV zijn vrij laag (gemiddelde concentratie van 27 µg/kg). Rubio *et al.* (2005) hebben daarentegen gemiddelde loodconcentraties van 367±241 µg/kg gemeten in vismonsters uit Spanje. De groep vis vertoonde de hoogste loodconcentraties (Rubio *et al.*, 2005).

Er werden lage loodconcentraties gemeten in vlees van runderen, varkens, kalveren, pluimvee. De loodconcentraties en de detectiefrequentie zijn daarentegen hoog voor slachtafval.

Er werd lood gevonden in 50% van de onderzochte monsters van thee en infusies, waarbij hoge concentraties gemeten werden (gemiddelde concentratie van 1,26 mg/kg).

Voedingssupplementen kunnen veel lood bevatten (concentraties tot 15 mg/kg volgens tabel 1).

Het FAVV voert lood analyses uit in water bestemd voor de productie van levensmiddelen. Er worden daarbij verschillende soorten water geanalyseerd: behandeld leidingwater, mineraalwater, tafelwater, putwater, gerecycleerd water en oppervlaktewater. De in tabel 1 weergegeven loodconcentraties zijn concentraties die in mineraalwater werden geanalyseerd door het Instituut voor plantenvoeding en bodemwetenschappen van het federale onderzoekscentrum van Braunschweig in Duitsland (Institute of Plant Nutrition and Soil Science, Federal Agricultural Research Center (FAL) Braunschweig) (2000-2003).

De Pb-concentraties die het FAVV heeft gemeten in mineraalwater zijn vergelijkbaar met de door het FAL (Duitsland) gemeten concentraties (tabel 2). De loodconcentraties zijn het grootst in leidingwater en in putwater, gerecycleerd water en oppervlaktewater (tabel 2).

Het leidingwater dat in de meeste gebieden in Nederland geleverd wordt, heeft een jaarlijks gemiddelde loodconcentratie van hoogstens 1 µg/l (RIVM, 2003). De uiteindelijke loodconcentratie bij de consument thuis hangt af van de interactie tussen het water en het materiaal van het leidingnet. De Nederlandse Gezondheidsraad geeft een representatieve waarde van 35 µg/l op als gemiddelde loodconcentratie in leidingwater afkomstig uit loden leidingen (RIVM, 2003). Volgens Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water, moet de parameterwaarde voor lood in het water worden verlaagd tot 10 µg/l voor het eind van 2013. Deze waarde is momenteel van 25 µg/l (Richtlijn 98/83/EG).

De door Leblanc *et al.* (2005) in levensmiddelen gemeten concentraties zijn vergelijkbaar met de gemiddelde concentraties die zijn weergegeven in tabel 1, met uitzondering van vlees van wild.

Tabel 1 : Overzicht van de verschillende matrices waarvan het lood gehalte bepaald werd door het FAVV in 2006, 2007 en 2008 (Aantal onderzochte monsters, aantal monsters > bepalingsgrens (LOQ), laagste, hoogste, gemiddelde, mediane (P50) loodconcentratie in verschillende matrices die het FAVV onderzocht in 2006, 2007, 2008.

Matrix	Aantal stalen	Aantal stalen > LOQ	Min conc. (mg/kg)	Max conc. (mg/kg)	Gemiddelde conc. (mg/kg)	P50 conc. (mg/kg)
Brood	35	9	0,01	0,03	0,012	0,01
Pasta, noedels, rijst, granen	45	4	0,01	0,04	0,012	0,01
Mout	49	11	0,01	0,06	0,016	0,01
Aardappelen	86	3	0,01	0,16	0,012	0,01
Look	9	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Courgettes	7	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Tomaat	10	1	0,01	0,037	0,013	0,01
Erwten	15	0	0,01	0,01	0,01	0,01

Ui	33	2	0,01	0,036	0,011	0,01
Wortelen	106	24	0,01	0,095	0,018	0,01
Radijs	5	2	0,01	0,02	0,014	0,01
Schorseneren	34	21	0,01	0,12	0,036	0,028
Prei	29	2	0,01	0,024	0,011	0,01
Selder + knolselder	45	7	0,01	0,16	0,017	0,01
Sla	75	46	0,01	3,88	0,185	0,038
Veldsla	15	12	0,01	0,24	0,097	0,073
Spinazie	50	20	0,01	0,53	0,083	0,05
Venkel	10	8	0,01	0,093	0,024	0,015
Peterselie	12	12	0,04	1,90	0,305	0,175
Andijvie	6	1	0,01	0,061	0,019	0,01
Kolen (witte Kolen, bloemkolen,...)	56	4	0,0014	0,01	0,010	0,01
Kruiden	11	8	0,003	0,6	0,163	0,042
Champignons	69	10	0,01	0,32	0,021	0,01
Aalbessen	9	1	0,01	0,023	0,011	0,01
Aardbeien	11	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Druiven	6	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Meloen	9	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Honing	165	54	0,003	0,39	0,031	0,02
Melk (koe, geiten, schaap, paard)	180	55	0,0003	0,047	0,004	0,0015
Kaas	26	15	0,0025	0,091	0,022	0,02
Yoghurt	15	6	0,002	0,017	0,006	0,005
Eieren	137	21	0	0,062	0,004	0,003
Vis	934	120	0,003	0,27	0,027	0,025
Weekdieren	53	26	0,01	0,45	0,072	0,025
Schaaldieren	154	24	0,01	0,3	0,034	0,025
Eend	18	0	0,01	0,01	0,010	0,01
Konijnen	27	2	0,003	0,43	0,025	0,01
Wildvlees	275	111	0,01	2505	14,8	0,01
Wild - lever	42	39	0,01	1,41	0,164	0,0815
Wild - nier	37	34	0,01	2,4	0,195	0,081
Kip	121	8	0,005	0,084	0,012	0,01
kalkoen	20	2	0,01	0,044	0,012	0,01
Kikkerbillen	10	2	0,01	0,032	0,014	0,01
Slakken	8	4	0,01	0,09	0,030	0,0185
Paardenvlees	56	2	0,01	0,14	0,013	0,01
Paard - lever	10	9	0,01	0,72	0,234	0,195
Paard - nier	10	9	0,01	0,1	0,054	0,053
Schapenvlees, lamsvlees	40	5	0,003	0,031	0,011	0,01
Varkensvlees	204	3	0,005	0,027	0,010	0,01
Rundvlees	228	11	0,01	0,044	0,011	0,01
Kalfvlees	34	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Rund – lever*	11	0	0,013	0,195	0,045	0,026
Rund – Nier*	11	0	0,022	0,29	0,102	0,073
Thee, infusie	40	20	0,03	6,31	1,261	0,95
Water - mineraalwater (FAL, 2000-2003)	19	19	0,0004	0,0012	0,0008	0,0010
Sap (fruitsap, groentesap, soep, siroop)	194	10	0,01	43,43	0,235	0,01

Wijn	28	11	0,01	0,05	0,018	0,01
Zout	27	2	0,00	0,42	0,121	0,05
Aroma	18	7	0,003	2,70	0,160	0,003
Additief	45	29	0,003	302	6,84	0,015
Voedingssupplementen	13	8	0,03	15,00	1,65	0,24
Babyvoeding	53	1	0,01	0,02	0,01	0,01
Melkpoeders	16	9	0,00	0,05	0,02	0,01

*Waegeneers *et al.* (CODA), interne mededeling

Tabel 2 : Loodconcentratie in verschillende soorten water

Matrix	Aantal stalen	Aantal stalen > LOQ	Min (mg/kg)	Max (mg/kg)	Gemiddelde (mg/kg)	P50 (mg/kg)
Water - mineraalwater (FAL, 2000-2003)	19	19	0,0004	0,0012	0,0008	0,0010
Water - FAVV - Leidingwater	152	18	0,0001	0,12	0,0048	0,0025
Water - FAVV - mineraalwater, tafel water, bronwater	19	2	0,0001	0,003	0,0008	0,0001
Water - FAVV - voor bereidingen (putwater, gerecycleerd water en oppervlaktewater)	92	39	0,0001	0,01	0,0010	0,0002

2.3.3. Raming van de loodname van de Belgische volwassenen

2.3.3.1. Deterministische berekening van de inname aan lood

De deterministische berekening van de Pb inname werd voor de volwassen Belgische bevolking berekend door voor elk levensmiddel de mediane Pb-concentratie te vermenigvuldigen met de gemiddelde consumptie. De verkregen resultaten werden voor alle levensmiddelen gesommeerd en vergeleken met de PTWI (tabel 3).

Het gebruik van de mediane Pb concentratie in levensmiddelen werd verkozen boven het gebruik van de gemiddelde waarde omdat deze laatste zeer gevoelig is voor extreme waarden.

Tabel 3 : Raming van Pb inname van de volwassen (> 15 jaar) Belgische bevolking

Matrix	Gemiddelde consumptie (kg/kg bw/day)	Blootstelling [#] (µg/kg bw/week)	%PTWI (25 µg/kg bw/week)
Brood	1,75E-03	0,123	0,49
Pasta, noedels, rijst, granen	6,19E-04	0,043	0,17
Mout	1,56E-06	0,0001	0,000
Aardapelen	1,57E-03	0,110	0,44
Look	2,58E-06	0,0002	0,001
Courgettes	2,52E-05	0,002	0,01
Tomaat	4,55E-04	0,032	0,13
Erwten	3,37E-05	0,002	0,01
Ui, sjalotje	9,24E-05	0,006	0,03
Wortelen	1,66E-04	0,012	0,05
Radijs	2,46E-06	0,0002	0,001
Schorseneren	5,95E-06	0,001	0,005
Prei	5,28E-05	0,004	0,01
Selder + knolselder	2,42E-05	0,002	0,01

Sla	9,50E-05	0,025	0,10
Veldsla	2,61E-06	0,001	0,01
Spinazie	4,89E-05	0,017	0,07
Venkel	3,96E-06	0,0004	0,002
Peterselie	6,81E-07	0,001	0,003
Andijvie	1,48E-05	0,001	0,004
Kolen (witte Kolen, bloemkolen,...)	2,07E-04	0,014	0,06
Kruiden	7,01E-07	0,0002	0,001
Champignons	4,23E-05	0,003	0,01
Aalbessen	3,89E-06	0,0003	0,001
Aardbeien	7,64E-05	0,005	0,02
Druiven	8,05E-05	0,006	0,02
Meloen	6,11E-05	0,004	0,02
Honing	1,61E-05	0,002	0,01
Melk (koe, geiten, schaap, paard)	1,40E-03	0,015	0,06
Kaas	1,48E-04	0,021	0,08
Yoghurt	5,15E-04	0,018	0,07
Eieren	1,44E-04	0,003	0,01
Vis	2,51E-04	0,044	0,18
Weekdieren	2,56E-05	0,004	0,02
Schaaldieren	4,05E-05	0,007	0,03
Eend	4,89E-06	0,0003	0,001
Konijnen	1,85E-05	0,001	0,01
Wildvlees	1,73E-05	0,001	0,00
Kip	2,48E-04	0,017	0,07
kalkoen	5,48E-05	0,004	0,02
Kikkerbillen			
Slakken	9,18E-07	0,0001	0,000
Paardenvlees	1,31E-05	0,001	0,004
Schapenvlees, lamsvlees	3,35E-04	0,023	0,09
Varkensvlees	1,99E-04	0,014	0,06
Rundvlees	2,54E-04	0,018	0,07
Kalfvlees	5,22E-05	0,004	0,01
Lever (wild, paard, rund)	1,75E-06	0,001	0,01
Nier (wild, paard, rund)	2,43E-07	0,0001	0,00
Thee, infusie	9,78E-04	0,038*	0,15
Water - mineraalwater (FAL, 2000-2003)	8,80E-03	0,060	0,24
Sap (fruitsap, groentesap, soep, siroop)	9,96E-04	0,070	0,28
Wijn	7,57E-04	0,053	0,21
Zout	2,25E-07	0,0001	0,000
Totaal		0,836	3,34

*Blootstelling = gemiddelde consumptie * mediane concentratie (P50) * 7 * 1000

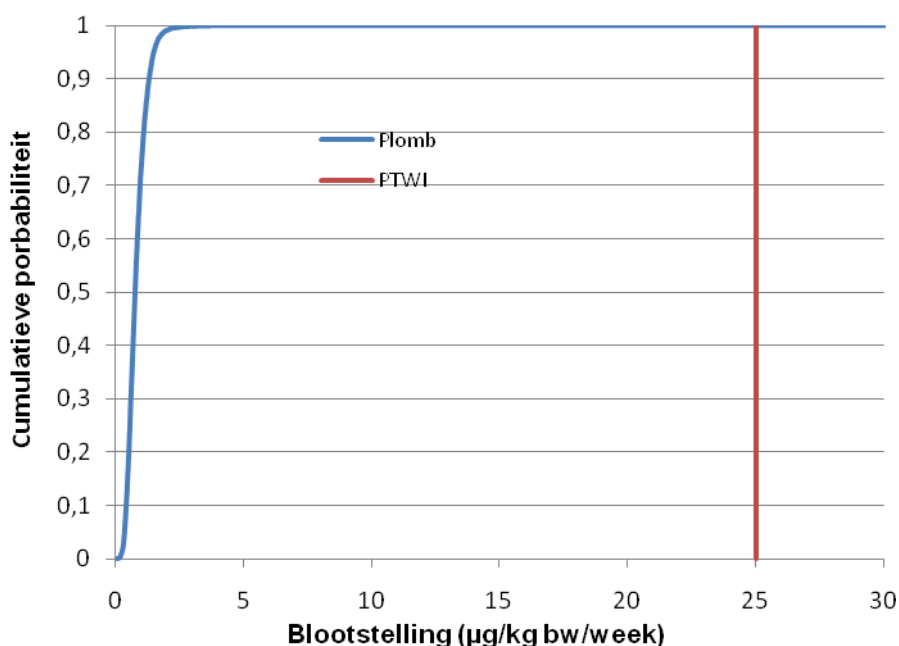
*Blootstelling thee = [Pb] bladen * consumptie vloeibare thee* 17,4% * 0,02kg bladen/0,6l drank* 7 (zie punt 3.2.5)

De 'mediane' blootstelling (Pb mediane concentraties) van de Belgische volwassenen aan lood via de voeding wordt volgens de deterministische benadering (tabel 3) geraamd op 0,84 µg/kg bw/week (3,3% van de PTWI (= 25 µg/kg bw/week)). De raming werd gemaakt op basis van gegevens uit de Belgische voedselconsumptiepeiling en de analyseresultaten van het FAVV voor 2006, 2007 en 2008.

De 'lower bound' (LOD, LOQ = 0) en 'upper bound' (resultaten < LOD, LOQ beschouwd als gelijk aan de LOD, LOQ) benaderingen werden eveneens toegepast om vergelijkingen mogelijk te maken.

De 'mediane' blootstelling werd op 0,15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (0,6% van de PTWI) geraamd bij toepassing van het 'lower bound' scenario en op 1,51 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (6 % van de PTWI) bij toepassing van het 'upper bound' scenario. de Winter-Sorkina *et al.* (RIVM, 2003) meldden een gemiddelde minimumblootstelling via levensmiddelen (waarbij de concentratie van niet teruggevonden lood werd gelijkgesteld aan nul, lower bound benadering) op korte termijn¹ van 1,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (4% van de PTWI) voor de Nederlandse bevolking, wat hoger is dan de blootstelling volgens de hier gehanteerde 'lower bound' benadering. De blootstelling die werd bepaald met gebruikmaking van de 'lower bound' en 'upper bound' benaderingen blijven ver onder de PTWI.

De consumptiewaarden van de verschillende levensmiddelen zijn specifiek voor elke consument. Daarom zou de blootstelling aan Pb per persoon moeten worden geraamd. Omdat individuele consumptiegegevens beschikbaar waren in de databank van de Belgische voedselconsumptiepeiling (Devriese *et al.*, 2006) kon de Pb-blootstelling van iedere persoon worden geraamd: de gemiddelde consumptie van een levensmiddel (uitgedrukt per kg lichaamsgewicht) (op basis van twee bevragingen) van een persoon werd vermenigvuldigd met de mediane Pb-concentratie in dat levensmiddel. De resultaten van de vermenigvuldigingen voor alle levensmiddelen worden voor die persoon bij elkaar opgeteld en vergeleken met de PTWI. De distributie van de loodintake van de bevroegde bevolking wordt weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 : Distributie van blootstelling aan lood, deterministisch bepaald voor de 3.083 personen van de voedselconsumptiepeiling

De mediane en de 95 percentiel blootstelling aan lood via levensmiddelen worden geraamd op 0,75 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (3% van de PTWI) en 1,48 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (5,9% van de PTWI), respectievelijk. Voor minder dan 1% van de populatie is de blootstelling hoger dan de PTWI.

¹ Bij de berekening van de korte-termijn blootstelling werd geen rekening gehouden met de variatie van de dagelijkse consumptie op individueel niveau. Deze variatie is vaak groter dan de lange termijn variatie tussen individuen. Door de bepaling van de langdurige blootstelling wordt de intra-individu variantie geminimaliseerd.

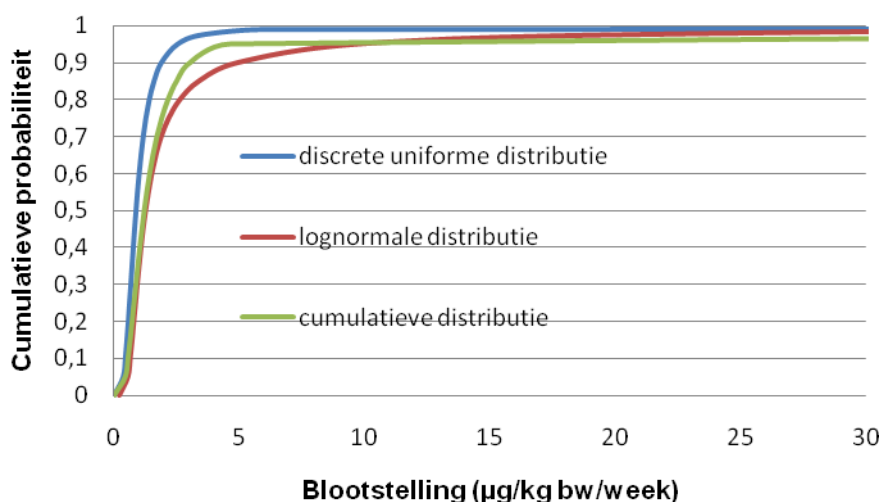
2.3.3.2. Probabilistische innamenschatting aan lood

De blootstelling van de Belgische volwassen bevolking aan lood op basis van de probabilistische benadering werd geraamd met behulp van de software @Risk (Palissade Corporate, versie 5.0, VS). De probabilistische benadering laat toe om de variabiliteit van de variabelen (Pb concentratie en consumptie) in rekening te brengen.

Om de invloed van de keuze van de inputdistributies (consumptiegegevens en Pb-concentraties) op de resultaten na te gaan, werd de blootstelling geraamd met 3 verschillende distributies. Consumptiegegevens en Pb-concentraties werden beschreven door een discrete uniforme distributie, een lognormale distributie en een cumulatieve distributie. De resultaten van de berekening van de blootstelling met behulp van een lognormale distributie of cumulatieve distributie om de consumptiegegevens en de Pb-concentraties te beschrijven, zijn vergelijkbaar met de resultaten van de berekening van de blootstelling met behulp van een discrete uniforme distributie en hebben geen invloed op de conclusies (zie figuur 2).

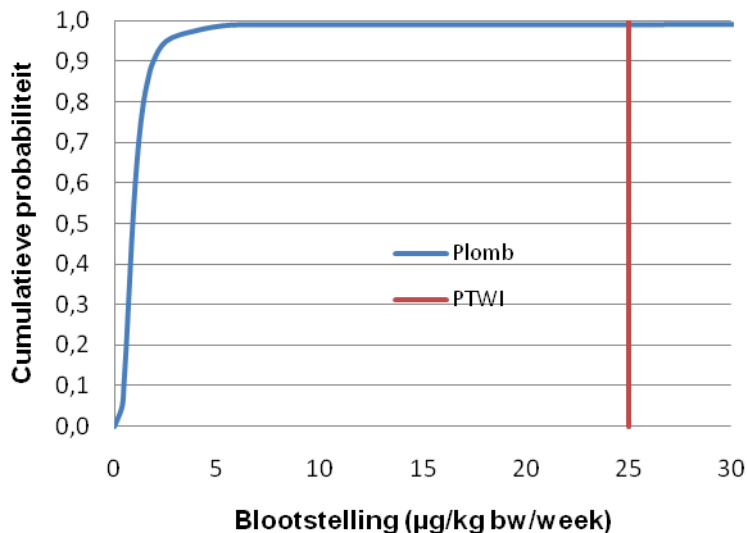
Er werd gekozen om verder de consumptiegegevens en de Pb-concentraties te beschrijven met de discrete uniforme verdeling.

De input distributies werden willekeurig bemonsterd met behulp van de "Latin hypercube" methode. Het aantal iteraties dat gebruikt werd voor de Monte Carlo simulatie bedraagt 100.000.



Figuur 2 : Distributie van de blootstelling aan lood, probabilistisch bepaald door toepassing van een discrete uniforme, lognormale en cumulatieve verdeling aan de consumptiedata en Pb-concentraties.

De mediane blootstelling (P50) aan lood wordt geraamd op 0,9 µg/kg bw/week en de 95 percentiel wordt geraamd op 2,55 µg/kg bw/week (zie figuur 3). Minder dan 1% van de Belgische volwassenen populatie hebben een blootstelling hoger dan de PTWI van 25 µg/kg bw.



Figuur 3 : Distributie van de blootstelling aan lood, probabilistisch bepaald

De blootstelling aan Pb kan een onderschatting zijn door het ontbreken van sommige matrices zoals biscuits, koffie en chocolade.

De blootstelling aan Pb kan tevens een onderschatting zijn doordat de ingrediënten van sommige samengestelde levensmiddelen verwaarloosd werden en gelijk aan nul beschouwd werden (bv. groenten in soep).

Er bestaan andere methoden om de blootstelling te ramen die rekening houden met intra-individuele variatie (variatie tussen twee bevragingen bij één individu). Met deze methoden kan een betere distributie van de lange termijn blootstelling bepaald worden. Het gemiddelde van de korte termijn inname kan ook beschouwd worden als een vrij goede raming van de gemiddelde lange termijn inname. De hoge percentielen van de korte termijn blootstelling daarentegen geven geen nauwkeurige raming van de lange-termijn blootstelling (overschatting).

Bij de raming van de blootstelling op basis van de probabilistische benadering, werd aangenomen dat de consumptiegegevens onafhankelijk waren. Dit is niet het geval in de werkelijkheid. Het is immers weinig waarschijnlijk dat iemand de maximale hoeveelheid consumeert van alle beschouwde levensmiddelen, terwijl dit in het gebruikte model wel mogelijk is. Deze vereenvoudiging heeft een verbreding van de inname distributie en bijgevolg een overschatting van de inname tot gevolg.

De robuustheid van de hogere percentielen van blootstelling aan Pb kan evenwel in vraag gesteld worden omdat deze percentielen gevoeliger zijn voor onzekerheden die met de data collectie gepaard gaan (steekproefgrootte, onder-rapportering van de consumptie, analytische onzekerheden, etc.). Echter, om een correct beeld te hebben van de blootstelling zijn deze hogere percentielen belangrijk.

Tot besluit, terwijl de gebruikte methodologie geldig is voor de raming van de gemiddelde blootstelling, roept deze een aantal vragen op voor de raming van de hoge percentielen (gevoeliger voor onzekerheden) en in geval van de lange termijn blootstelling.

2.3.4 Vergelijking van de blootstelling aan lood via levensmiddelen met literatuurgegevens

De geraamde blootstelling aan lood via levensmiddelen in België is vergelijkbaar met de gegevens die in de literatuur worden vermeld voor de andere Europese landen (tabel 4).

De inname van lood schommelt voor de meeste landen tussen 0,35 en 12,4 µg/kg bw/week (tabel 4).

De waarden voor de blootstelling kunnen verschillen van studie tot studie, afhankelijk van het aantal en de aard van de levensmiddelengroepen die beschouwd worden, de methodologie van de berekening en het type consumptiepeiling.

De door SCOOP² geschatte blootstelling aan lood werd berekend door de gemiddelde consumptie te combineren met de gemiddelde loodconcentratie voor 6 categorieën van levensmiddelen (SCOOP, 2004). Een aantal belangrijke levensmiddelcategorieën ontbreken echter in deze berekening. De belangrijkste bijdrage is afkomstig van groenten en fruit en van niet-alcoholhoudende dranken (SCOOP, 2004).

De inname van de Nederlandse bevolking werd berekend met een probabilistische methode gebruikmakend van het RIKILT Monte Carlo Risk Analysis programma MCRA, 1.2 test version (www2.rikilt.dlo.nl/mcra/mcra.html, March 2003).

De blootstelling aan lood via levensmiddelen is in de afgelopen 20 jaar gedaald in Europa (RIVM, 2003; Rubio *et al.*, 2005). De invoering van loodvrije benzine deed de op de grond en de planten afgezette hoeveelheid lood uit de atmosfeer aanzienlijk dalen (Rubio *et al.*, 2005) en dat leidde tot een daling van de inname van lood via levensmiddelen en van de loodconcentraties in het bloed (Rubio *et al.*, 2005).

Tabel 4 : In de literatuur vermelde blootstelling aan lood via levensmiddelen

Land – Kenmerken van de raming	Blootstelling door levensmiddelen (µg/kg bw/week) Volwassenen van 60 kg	Bron
België – Volwassen bevolking – mediaan	0,9	Sci Com, FAVV
België – Volwassen bevolking (14-18 jaar, 60 kg) – gemiddelde	4,4 (18% PTWI)	SCOOP, 2004
Nederland – Volwassen bevolking – Chronische blootstelling (lower bound)	0,35 (mediaan)	RIVM, 2003
Nederland – Bevolking – Korte termijn blootstelling (lower bound)	1,05 (gemiddelde)	RIVM, 2003
Frankrijk – Volwassen bevolking - total diet study	2,1	Leblanc <i>et al.</i> , 2005
Frankrijk – Volwassen bevolking	1,9	INVS, 2006
Polen (stad Lublin en provincie) - Volwassen bevolking – inname via voeding	7,8 – 12,4 (31- 49% PTWI)	Marzec <i>et al.</i> , 2004
UK – Volwassen bevolking gemiddelde - “2006 UK Total Diet Study”	0,63 - 0,7	FSA, 2009
UK – Algemene bevolking – “1997 UK Total Diet Study” - inname via voeding	2,8 (gemiddelde) 5,02 (P97,5)	Ysart <i>et al.</i> , 2000
Denemarken - volwassenen (15-80 jaar) – Inname via voeding	1,8 (gemiddelde), 2,8 (P95) 7 en 11% van de PTWI.	Larsen <i>et al.</i> , 2002
Spanje (Canarische eilanden) - Bevolking	7,28 (29% PTWI)	Rubio <i>et al.</i> , 2005
Catalonië (Spanje) – Algemene bevolking – total diet study – inname via voeding	3,3 (volwassen man) 13% van de PTWI	Llobet <i>et al.</i> , 2003

²

Reports on tasks for scientific cooperation

2.3.5. Bijdrage van de (categorieën van) levensmiddelen aan de blootstelling

De groepen van levensmiddelen die het meeste bijdragen tot de inname van lood zijn dranken (26%), gevolgd door graan (20%), groenten (15%) en aardappelen (13%) (tabel 5). In het Verenigd Koninkrijk (Ysart *et al.*, 2000) droegen dranken het meeste (54%) bij tot de aanwezigheid van lood in de voeding; het aandeel van graan, groenten en fruit bedroeg respectievelijk 16, 15 en ongeveer 5%. Brussard *et al.* (1996) vermeldden, op basis van een 'total diet study' uitgevoerd door TNO in Nederland in 1988-1989, een bijdrage van 39% voor dranken. Thee en wijn waren de dranken die het meeste bijdroegen aan de inname van lood (RIVM, 2003). De levensmiddelen die vooral bijdragen aan de inname van lood zijn, volgens een studie van Larsen *et al.* (2002), dranken, gevolgd door groenten en graan. De levensmiddelen die vooral bijdragen tot de inname van lood (5 – 11%) zijn volgens Leblanc *et al.* (2005), brood, beschuit, soep, groenten, fruit, water, alcoholvrije dranken, alcoholhoudende dranken, suiker en snoepgoed. Lobet *et al.* (2003) meldden dat graan het meeste bijdraagt tot de inname van lood via levensmiddelen bij jongeren en bij volwassen mannen in Catalonië. Vis en schaaldieren zijn daarentegen de levensmiddelen met de grootste bijdrage voor volwassen vrouwen en ouderen.

De bijdrage van thee aan de Pb blootstelling hangt af van de ingenomen hoeveelheid thee, van de loodconcentraties in de thee en van de oplossingsgraad van lood in de thee na infusie. Michie en Dixon (1977) rapporteerden oplossingsgraden van 5 tot 80 % terwijl Natsen en Ranganathan (1990) een gemiddelde waarde van 43% meldden na 5 minuten trekken (vermeld in Han *et al.*, 2006). Preliminaire testen van Han *et al.* (2006) lieten waarden zien van 5,2 tot 27,0% (gemiddeld 17,4%) na 10 minuten trekken in kokend water. Een oplossingsgraad van 17,4% werd toegepast om de blootstelling aan Pb via thee te bepalen.

Als bronnen van verontreiniging van thee in China meldt de literatuur : afzettingen uit de lucht op de bladeren (stof van autoverkeer – gebieden met industriële activiteit) (Jin *et al.*, 2005; Han *et al.*, 2006), opname door de wortels (Han *et al.*, 2006) en verontreiniging tijdens de verwerking, vooral bij het mengen en het drogen (Jin *et al.*, 2005).

De (groene) theeblaadjes kunnen in voedingssupplementen worden gebruikt. De inname van lood als gevolg van het nemen van voedingssupplementen op basis van (groene) thee zou aanzienlijk kunnen zijn.

Tabel 5 : Bijdrage van de categorieën van levensmiddelen aan de blootstelling van de Belgische volwassen bevolking (%)

Categorieën van levensmiddelen	Bijdrage aan de blootstelling (%)
Dranken (water, sap, thee, wijn)	26,35
Graan : brood, pasta, rijst, mout	19,85
Groenten	14,91
Aardappelen	13,18
Vlees (gevogelte, rund, varken, paard, wild)	10,04
Vis, schaaldieren, weekdieren	6,64
Zuivelproducten	6,39
Fruit	1,86
Eieren	0,36
Honing	0,27
Slachtafval (lever, nieren)	0,13

2.3.6. Specifieke blootstellingsscenario's

Op basis van Pb concentraties gemeten door het FAVV en gegevens van de Belgische voedselconsumptiepeiling werden verschillende blootstellingsscenario's berekend voor consumenten die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van verbruik van groenten en vis. De deterministische benadering werd toegepast bij deze scenario's.

De blootstelling aan lood via levensmiddelen werd geschat voor personen die per dag 250 g of meer groenten eten (28% van de bevolking) en voor personen die dagelijks 30 g of meer vis eten (21% van de bevolking) met de mediane Pb concentratie in levensmiddelen.

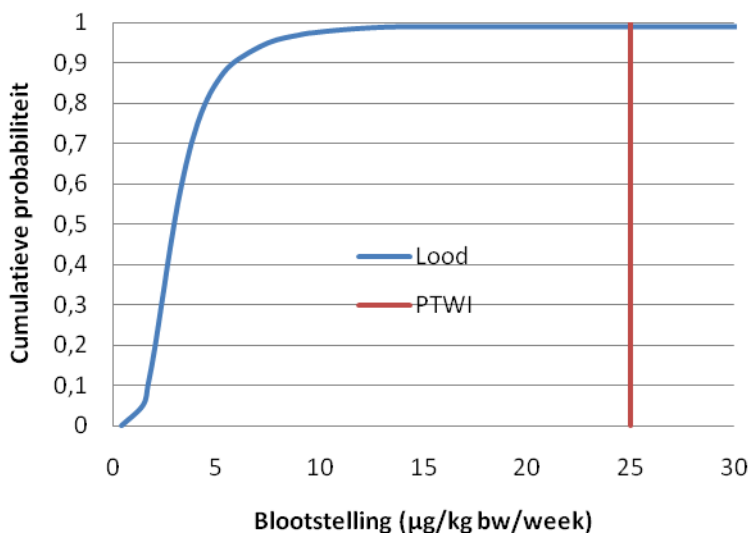
De gemiddelde Pb blootstelling via de voeding van de personen die 250 g of meer groenten eten, wordt geraamd op 0,98 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (3,9% van de PTWI). De 95- en 99-percentiel blootstelling is gelijk aan respectievelijk 1,7 en 2,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (6,7% en 8,8% van de PTWI). De gemiddelde blootstelling aan lood van personen die vis eten (30 g of meer/dag) is gelijk aan 1,02 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (4,1% van de PTWI). De 95- en 99-percentiel blootstelling is gelijk aan respectievelijk 1,7 en 2,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (6,7% en 8,7% van de PTWI).

Consumenten, die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van groenten en vis consumptie lopen geen specifiek risico met betrekking tot de blootstelling aan lood.

2.3.7. Raming van de Pb blootstelling van kinderen

Op basis van consumptiewaarden (Huybrechts en De Henauw, 2007) en de Pb-concentraties in levensmiddelen gemeten door het FAVV werd voor Vlaamse kleuters van 2,5 tot 6,5 jaar de blootstelling berekend via de probabilistische benadering met behulp van de software @ Risk (Palissade Corporate, versie 5.0, VS). De consumptiegegevens en de Pb concentratie data werden beschreven door een discrete uniforme verdeling. De input distributies werden willekeurig bemonsterd met behulp van de "Latin hypercube" methode. Het aantal iteraties dat gebruikt werd voor de Monte Carlo simulatie, bedraagt 100.000.

De mediaan en 95 percentiel blootstelling werd geschat op 2,92 en 7,47 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week. Minder dan 1% van de kleuters hebben een blootstelling hoger dan de PTWI (figuur 4). Er dient opgemerkt te worden dat de PTWI een toxicologische waarde is die de inname weergeeft van een bepaalde verbinding die gedurende een volledige levensduur dagelijks kan ingenomen worden, zonder dat hierdoor gezondheidsproblemen ontstaan.



Figuur 4 : Distributie van de blootstelling van kleuters (2,5-6,5 jaar) aan lood

De consumptiewaarden per eenheid lichaamsgewicht zijn hoger voor kleuters dan voor volwassenen (zie tabel 3 en bijlage 2). Levensmiddelen met de grootste bijdrage zijn sap (23,5%), gevolgd door zuivelproducten (21%), graanproducten (brood, pasta) (14%), aardappelen (11,4%) en groenten (11%). De bijdrage van de verschillende levensmiddelen aan de blootstelling van kleuters is wordt weergegeven in tabel 6 en in bijlage 2.

Tabel 6 : Bijdrage van de categorieën van levensmiddelen aan de blootstelling van de kinderen (%)

Categorieën van levensmiddelen	Bijdrage aan de blootstelling (%)
Dranken (water, sap, thee, wijn)	26,96
Zuivelproducten	21,00
Graan : brood, pasta, rijst, mout	13,99
Aardappelen	11,36
Groenten	10,95
Vlees (gevogelte, rund, varken, paard, wild, eend)	10,54
Vis, schaaldieren, weekdieren	3,36
Slachtafval (lever, nieren)	0,76
Melkpoeder	0,41
Fruit	0,35
Eieren	0,21
Honing	0,10

De blootstelling van baby's (3 tot 12 maanden) werd geschat op basis van de mediane lood concentratie in melkpoeder en in babyvoeding (met groenten) en op basis van consumptie gegevens van Kersting *et al.* (1998) (tabel 7).

Tabel 7: Schatting van de lood blootstelling van baby's (3 tot 12 maanden)

Leeftijd	Lichaams-gewicht (kg)	Gemiddelde consumptie (kg/kg bw/dag)	Blootstelling* (µg/kg bw/week)	%PTWI
Baby van 3 maanden	5,9	0,139	2,91	11,64
Baby van 6 maanden	7,7	0,118	3,15	12,61
Baby van 9 maanden	8,8	0,118	2,99	11,97
Baby van 12 maanden	9,8	0,105	1,04	4,15

*Blootstelling = gemiddelde consumptie * mediane concentratie (P50) * 7 * 1000

De gemiddelde inname van kleuters (1,5 tot 4,5 jaar) werd door het FSA (2009) geraamd tussen 1,47 en 1,75 µg/kg bw/week en deze van kinderen (4 – 18 jaar) tussen 0,91 en 1,05 µg/kg bw/week.

De gemiddelde loodinnname die voor kinderen wordt gemeld door SCOOP (2004) bedroeg 26 µg/dag (kinderen van 4 tot 6 jaar) en 34 µg/dag (kinderen van 10-12 jaar) in Denemarken, wat overeenstemt met 24% en 35% van de PTWI. De door SCOOP gemelde blootstelling van kinderen was 6 tot 15% hoger dan voor volwassenen.

De gemiddelde dagelijkse inname van lood werd voor Franse kinderen van 3 tot 14 jaar geraamd op gemiddeld 12,8 µg/day (95-percentiel : 20,8 µg/dag) (INVS, 2006). Dat stemt overeen met een wekelijkse mediane inname van 2,9 µg/kg bw bij kinderen van 3 tot 14 jaar (97,5-percentiel: 6,4 µg/kg bw/week). De gemiddelde korte termijn blootstelling via levensmiddelen berekend door RIVM (2003) bedroeg 0,25 µg/kg bw/dag voor kinderen van 1 tot 6 jaar in Nederland. De mediane lange termijn blootstelling aan lood, die werd berekend

met gebruikmaking van de Nusser-methode, bedroeg 0,1 µg/kg bw/dag voor kinderen van 1 tot 6 jaar (RIVM, 2003). Llobet *et al.* (2003) raamden de inname voor kinderen in Catalonië (Spanje) op 23,04 µg/dag (10,8% van de PTWI).

2.4. Risicokarakterisatie

De blootstelling aan lood dient zoveel mogelijk beperkt te worden vooral vanwege de nadelige effecten op de intelligentie. Studies over de blootstelling aan lood en intelligentie bij kinderen wezen op een nadelig effect op de neurologische ontwikkeling bij lage blootstellingsniveaus (WHO, 1995). Een verdubbeling van het loodgehalte in het bloed (van 10 naar 20 µg/dl) gaat gepaard met een daling van het intelligentiequotiënt (IQ) van ongeveer één tot twee punten (Pocock *et al.*, 1994). Bij afwezigheid van een specifieke blootstelligingsbron is de voeding de belangrijkste bron van blootstelling aan lood. Contaminatie van levensmiddelen met lood kan afkomstig zijn als gevolg van neergeslagen looddeeltjes uit de lucht of opname vanuit de bodem (rechtstreeks voor planten of via de voedselketen voor dierlijke producten) of als gevolg van de bij het bereiden, koken, opslaan en/of verpakken van levensmiddelen toegepaste technieken (INVS, 2006).

De mediane en 95-percentiel lood inname van de Belgische volwassen bevolking werd met de probabilistische methode geraamd op 0,9 µg/kg bw/week en 2,55 µg/kg bw/week. De PTWI voor orale blootstelling aan lood wordt door minder dan 1% van de bevolking overschreden.

De ramingen van de blootstelling aan lood via levensmiddelen voor personen die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van groenten en vis consumptie geven waarden aan die lager zijn dan de PTWI.

De lood inname door kinderen is hoger dan deze van de volwassenen maar blijft voor de meerderheid onder de PTWI. Minder dan 1% van de kinderen hebben een loodinname boven de PTWI.

De ramingen van de blootstelling via de voeding wijzen op een inname die veel lager is dan de PTWI, wat aangeeft dat het risico voor de gezondheid van de bevolking klein is.

In heel wat studies werd geconcludeerd dat het risico als gevolg van blootstelling aan lood via levensmiddelen gering is (Rubio *et al.*, 2005; Wilhelm *et al.*, 2003).

3. Conclusies

De mediane en de 95-percentiel blootstelling aan lood via levensmiddelen werd voor volwassenen geraamd op 0,9 en 2,55 µg/kg bw/week, of 3,6% en 10,2% van de PTWI. De blootstelling aan lood via levensmiddelen lijkt niet zorgwekkend te zijn voor de algemene volksgezondheid bij volwassenen.

De mediane en de 95-percentiel lood inname van de kinderen werd met de probabilistische benadering geraamd op 2,93 µg/kg bw/week en 7,5 µg/kg bw/week. De PTWI van 25 µg/kg bw/week wordt overschreden voor minder dan 1% van de kinderen.

Personen die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van groenten en vis consumptie lopen geen risico met betrekking tot de blootstelling aan lood via de voeding.

De groepen van levensmiddelen die het meeste aan de blootstelling bijdragen zijn dranken, graanproducten (brood, pasta, ...), groenten en aardappelen. Voor kinderen leveren eveneens zuivelproducten een grote bijdrage aan de lood blootstelling.

4. Aanbevelingen

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan om de geanalyseerde levensmiddelenmatrices in de FAVV Foodnet-database nauwkeuriger te identificeren en ervoor te zorgen dat de gegevens vlotter kunnen worden gekoppeld aan de consumptiegegevens. Bijvoorbeeld: aangeven welke soort brood onderzocht wordt (wit brood, volkoren brood,...) zoals dit het geval is in de consumptiedatabank (beschikbaar op het internet: <http://www.iph.fgov.be/epidemie/epifr/foodfr/food04fr/fooda32fr.pdf>). Tevens wordt aanbevolen om in Foodnet een onderscheid te maken tussen vis, weekdieren en schaaldieren, en dit volgens de oorsprong (gekweekt of wild).

Het Wetenschappelijk Comité raadt verder aan om slachtafval (lever en nieren) van runderen, leverpastei en andere levensmiddelen zoals koffie, chocolade en biscuits op lood te analyseren.

Het Wetenschappelijk Comité trekt de aandacht op het feit dat de methoden die op dit ogenblik gebruikt worden voor de blootstellingsschatting van contaminanten bepaalde tekortkomingen hebben, meer bepaald voor wat betreft de hoogste risicogroepen. Vandaar dat het Wetenschappelijk Comité aanbeveelt dat een gevalideerde standaardmethode zou ontwikkeld worden.

Voor het Wetenschappelijk Comité,
De Voorzitter

Prof. Dr. Ir. André Huyghebaert

Brussel, 11/12/2009

Literaturopgave

- Ali M.A., Quinlan A. 1977. Effect of lead on globin synthesis in vitro. *Am J Clin Pathol.*, 67(1), 77-9.
- Albahary C. 1972. Lead and hemopoiesis. The mechanism and consequences of the erythropathy of occupational lead poisoning. *Am J Med.*, 52(3), 367-78.
- Bellinger D. C. 2004. Lead. *Paediatrics*, 113 (Suppl 4), 1016–1022.
- Brussaard, J. H., Van Dokkum W., Van der Paauw C. G., De Vos R. H., De Kort W. L. A. M., and Lo« wik, M. R. H., 1996, Dietary intake of food contaminants in the Netherlands (Dutch Nutrition Surveillance System). *Food Additives and Contaminants*, 13, 561–573.
- Campbell J.R., Rosier R.N., Novotny L., Puzas J.E. 2004. The association between environmental lead exposure and bone density in children. *Environ. Health Perspective*, 112 (11), 1200-3.
- Chia S.E., Chia H.P., Ong C.N., Jeyaratnam J. 1996. Cumulative blood lead levels and nerve conduction parameters. *Occup Med (Lond)*, 46(1), 59-64.
- Dalenberg J.W., Van Driel W. 1990. Contribution of atmospheric deposition to heavy metal concentrations in field crops. *Netherlands Journal of Agricultural Sciences*, 38, 369-379.
- Devriese S., Huybrechts I., Moreau M., Van Oyen H. 2006. De Belgische voedselconsumptiepeiling 1 - 2004: Rapport. Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid, maart 2006, Depotnummer: D/2006/2505/17. Available: <http://www.iph.fgov.be/EPIDEMIO/epien/index5.htm>.
- De Temmerman L. 2004. Biologisch onderzoek van de verontreiniging van het milieu door zware metalen te Hoboken, groeiseizoen 2003. CODA-VMM, 2004 (Research Report with restricted distribution, in Dutch).
- De Temmerman L., Hoenig M. 2004. Vegetable crops for biomonitoring lead and cadmium deposition. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49, 121-135.
- FAO/WHO, 1999. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. WHO Technical Report Series No. 837.
- FSA (Food Standards Agency), 2009. Survey on measurement of the concentrations of metals and other elements from the 2006 UK total diet study. Food Survey Information Sheet01/09. 45 pp. <http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsisbranch2009/survey0109>.
- Fu H., Boffetta P. 1995. Cancer and occupational exposure to inorganic lead compounds: a meta-analysis of published data. *Occup. Environ. Med.*, 52(2), 73-81.
- Graziano J.H., Slavkovic V., Factor-Litvak P., Popovac D., Ahmedi X., Mehmeti A. 1991. Depressed serum erythropoietin in pregnant women with elevated bleed lead. *Arch. Environ Health.*, 46(6), 347-50.
- Han W.-Y., Zhao F.-J., Shi Y.-Z.i, Ma L.-F., Ruan Ji.-Y. 2006. Scale and causes of lead contamination in Chinese tea. *Environmental Pollution*, 139, 125-132
- Harrison R.M., Chirgawi M.B. 1989. The assessment of air and soil as contributors of some trace metals in vegetable plants. I. Use of a filtered air growth cabinet. *The Science of the Total Environment*, 83, 13-34.
- Huybrechts I., De Henauw S. 2007. Energy and nutrient intakes by pre-school children in Flanders-Belgium. *British Journal of Nutrition*, 98, 600-610.

IARC, 2006. Inorganic and Organic Lead Compounds - Summary of Data Reported and Evaluation . IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 87.

INERIS, 2003. Le plomb et ses dérivés Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – ERIS-DRC-01-25590-ETSC-API/SD – N°00df257, Version N°2- du 3-février 03.

INVS (Institut de veille sanitaire), 2006. Mise à jour relative aux apports alimentaires. http://www.invs.sante.fr/publications/rap_saturnisme_1101/apports_alimentaires.pdf.

Jin C. W., He Y. F., Zhang K., Zhou G. D., Shi J. L., Zheng S. J. 2005. Lead contamination in tea leaves and non-edaphic factors affecting it. *Chemosphere*, 61, 726–732.

Johansen P., Asmund G., Riget F. 2004. High human exposure to lead through consumption of birds hunted with lead shot. *Environmental Pollution*, 127, 125-129.

Kersting M., Alexy U., Sichert-Hellert W., Manz F., Schöch G. 1998. Measured Consumption of Commercial Infant Food Products in German Infants: Results From the DONALD Study. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 27(5), 547-552.

Kosatsky T., Przybysz R., Weber J.P., Kearney J., 2001. Puzzling elevation of blood lead levels among consumers of freshwater sportfish. *Arch. Env. Health* 56, 111–116.

Laraque D., Arena L., Karp J., Gruskay D. 1990. Bone mineral content in black pre-schoolers : normative data using single photo absorptiometry. *Pediatr. Radiol.*, 20(6), 461-3.

Larsen E. H., Andersen N. L., Møller A., Petersen A., Mortensen G. K., Petersen J. 2002. Monitoring the content and intake of trace elements from food in Denmark. *Food Additives and Contaminants*, 19, 33–46.

Lauwerys R., Haufroid V., Hoet P., Lison D., 2007. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, 5e édition, Masson, Paris.

Leblanc J-C, Guérin T, Noël L, Calamassi-Tran G, Volatier J-C, Verger P. 2005. Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French total diet study. *Food Additives and Contaminants*, 22, 624-641.

Llobet J.M., Falco G., Casas C., Teixido A., Domingo J.L. 2003. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in common foods and estimated daily intake by children, adolescents, adults, and seniors of Catalonia, Spain. *J. Agric. Food Chem.*, 51 (3), 838-842.

Mahaffey K. R. 1995. Nutrition and lead: strategies for public health. *Environ. Health Perspect.*, 103 (Suppl 6), 191–196.

Marzec Z., Schlegel-Zawadzka M. 2004. Exposure to cadmium, lead and mercury in the adult population from Eastern Poland, 1990–2002. *Food Additives and Contaminants*, 21 (10), 963–970.

Nawrot T.S., Thijs L., Den Hond E.M., Roels H.A., Staessen J.A. 2002. An epidemiological re-appraisal of association between blood pressure and blood lead: a meta-analysis. *J Hum Hypertens.*, 16(2), 123-31.

Osterode W., Barnas U., Geissler K. 1999. Dose dependent reduction of erythroid progenitor cells and inappropriate erythropoietin response in exposure to lead: new aspects of anaemia induced by lead. *Occup. Environ. Med.*, 56(2), 106-9.

Pocock S. J., Smith M., Baghurst P., 1994. Environmental lead and children's intelligence: a systematic review of the epidemiological evidence. *British Medical Journal*, 309, 1189-1197.

RIVM, 2003. de Winter-Sorkina R., Bakker M.I., van Donkersgoed G., van Klaveren J.D. 2003. Dietary intake of heavy metals (cadmium, lead and mercury) by the Dutch population. RIVM report 320103001.

Rubio C., Gonzalez-Iglesias T., Revert C., Reguera J.I., Gutierrez A. J., Hardisson A. 2005. Lead Dietary Intake in a Spanish Population (Canary Islands). *J. Agric. Food Chem.*, 53, 6543-6549.

SCOOP. 2004. Reports on tasks for scientific cooperation. Task 3.2.11. Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member states. European Commission, Directorate-General Health and Consumer Protection, March 2004. Available: http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-11_heavy_metals_report_en.pdf via the INTERNET. Accessed 2006 November 30.

Staessen J.A., Lauwerys R.R., Bulpitt C.J., Fagard R., Lijnen P., Roels H., Thijs L., Amery A. 1994. Is a positive association between lead exposure and blood pressure supported by animal experiments? *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.*, 3(3), 257-63.

Steenland K., Boffetta P. 2000. Lead and cancer in humans: where are we now? *Am. J. Ind. Med.*, 38(3), 295-9.

Tsuji, L.S.J., Nieboer, E., Karagatzides, J.D., Hanning, R.M., Katapatuk, B., 1999. Lead shot contamination in edible portions of game birds and its dietary implications. *Ecosystem Health* 5, 183–192.

Tsuji, L.S.J., Karagatzides, J.D., Katapatuk, B., Young, J., Kozlovic, D.R., Hanning, R.M., Nieboer, E., 2001. Elevated dentine lead levels in deciduous teeth collected from remote First Nation communities located in the western James Bay region of northern Ontario, Canada. *Journal of Environmental Monitoring* 3, 702–705.

Valentine W.N., Paglia D.E., Fink K., Madokoro G. 1976. Lead poisoning: association with haemolytic anemia, basophilic stippling, erythrocyte pyrimidine 5'-nucleotidase deficiency, and intraerythrocytic accumulation of pyrimidines. *J. Clin. Invest.*, 58(4), 926-32.

Wilhelm, M., Wittsiepe, J., Schrey, P., Feldmann, C., Idel, H. 2003. Dietary intake of lead by children and adults from Germany measured by duplicate method. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 206 (6), 493-503.

WHO (World Health Organization), 1987. Lead. Evaluation of Health risk to infants and children; Food Additives series 2. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v21je16.htm>

WHO (World Health Organization), 1995, Inorganic lead. Environmental Health Criteria Number 165 (Geneva: World Health Organization).

WHO (World Health Organization), 2006. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals. Environmental Health Criteria 237. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc237.pdf>

Ysart G., Miller P., Croasdale M., Crews H., Robb P., Baxter M., de L'Argy C., Harrison N. 2000. 1997 UK Total Diet Study - dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. *Food Additives and Contaminants*, 17, 775-786.

Leden van het Wetenschappelijk Comité

Het Wetenschappelijk Comité is samengesteld uit de volgende leden:

D. Berkvens, C. Bragard, E. Daeseleire, P. Delahaut, K. Dewettinck, J. Dewulf, L. De Zutter, K. Dierick, L. Herman, A. Huyghebaert, H. Imberechts, P. Lheureux, G. Maghuin-Rogister, L. Pussemier, C. Saegerman, B. Schiffers, E. Thiry, T. van den Berg, M. Uyttendaele, C. Van Peteghem, G. Vansant

Dankbetuiging

Het Wetenschappelijk Comité dankt het wetenschappelijk secretariaat en de leden van de werkgroep voor de voorbereiding van het ontwerp advies. De werkgroep was samengesteld uit:

Leden Wetenschappelijk Comité
Externe experts

A. Huyghebaert (verslaggever), L. Pussemier
C. Cornelis (VITO), D. Lison (UCL), T. Nawrot
(UHasselt), E. Smolders (KULeuven), J.
Staessen (KULeuven), J. Vangronsveld
(UHasselt), M. Van Holderbeke (VITO), N.
Wageneers (CODA)

Wettelijk kader van het advies

Wet van 4 februari 2000 houdende oprichting van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, inzonderheid artikel 8;

Koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen;

Huishoudelijk reglement, bedoeld in artikel 3 van het koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, goedgekeurd door de Minister op 27 maart 2006.

Disclaimer

Het Wetenschappelijk Comité behoudt zich, te allen tijde, het recht voor dit advies te wijzigen indien nieuwe informatie en gegevens ter beschikking komen na de publicatie van deze versie.

Bijlage 1 : Bijdrage van levensmiddelen aan de lood blootstelling

Matrix	Bijdrage aan de blootstelling (%)
Brood	14,66
Pasta, noedels, rijst, granen	5,18
Mout	0,01
Aardappelen	13,18
Look	0,02
Courgettes	0,21
Tomaat	3,81
Erwten	0,28
Ui, sjalotje	0,77
Wortelen	1,39
Radijs	0,02
Schorseneren	0,14
Prei	0,44
Selder + knolselder	0,20
Sla	3,02
Veldsla	0,16
Spinazie	2,05
Venkel	0,05
Peterselie	0,10
Andijvie	0,12
Kolen (witte Kolen, bloemkolen,...)	1,73
Kruiden	0,02
Champignons	0,35
Aalbessen	0,03
Aardbeien	0,64
Druiven	0,67
Meloen	0,51
Honing	0,27
Melk (koe, geiten, schaap, paard)	1,75
Kaas	2,48
Yoghurt	2,16
Eieren	0,36
Vis	5,26
Weekdieren	0,54
Schaaldieren	0,85
Eend	0,04
Konijnen	0,16
Wild - vlees	0,15
Kip	2,07
kalkoen	0,46
Kikkerbillen	0,00
Slaken	0,01
Paardenvlees	0,11
Paard - lever	0,00
Paard - nier	0,00
Schapenvlees, lamsvlees	2,81

Varkensvlees	1,67
Rundvlees	2,13
Kalfvlees	0,44
Lever (wild, paard, rund)	0,11
Nier (wild, paard, rund)	0,02
Thee, infusie	4,51
Water - mineraalwater (FAL, 2000-2003)	7,15
Sap (fruitsap, groentesap, soep, siroop)	8,34
Wijn	6,34
Zout	0,01
Totaal	100,00

Bijlage2 : Deterministische blootstelling schatting van de kinderen (2,5 - 6,5 jaar) aan lood

Matrix	Gemiddelde consumptie (kg/kgbw/day)	Blootstelling* (µg/ kg bw/ week)	% TWI	Bijdrage aan de blootstelling (%)
Brood	4,46E-03	0,312	1,25	10,89
Pasta, noedels, rijst, granen	1,26E-03	0,088	0,35	3,08
Mout	1,10E-05	0,001	0,00	0,03
Aardappelen	4,66E-03	0,326	1,30	11,36
Look	4,44E-06	0,000	0,00	0,01
Courgettes	3,23E-05	0,002	0,01	0,08
Tomaat	6,79E-04	0,048	0,19	1,66
Erwten	1,82E-04	0,013	0,05	0,44
Ui, sjalotje	1,95E-04	0,014	0,05	0,48
Wortelen	7,16E-04	0,050	0,20	1,75
Radijs	3,53E-07	0,000	0,00	0,00
Schorseneren	2,05E-05	0,004	0,02	0,14
Prei	1,98E-04	0,014	0,06	0,48
Selder + knolselder	8,42E-05	0,006	0,02	0,21
Sla	5,85E-05	0,016	0,06	0,54
Spinazie	3,25E-04	0,114	0,45	3,96
Venkel	2,05E-06	0,000	0,00	0,01
Peterselie	6,25E-07	0,001	0,00	0,03
Andijvie	1,47E-05	0,001	0,00	0,04
Kolen (Witte Kolen, bloemkolen,...)	3,79E-04	0,027	0,11	0,92
Kruiden	5,53E-07	0,000	0,00	0,01
Champignons	8,44E-05	0,006	0,02	0,21
Aalbessen	5,60E-07	0,000	0,00	0,00
Aardbeien	1,90E-05	0,001	0,01	0,05
Druiven	9,80E-05	0,007	0,03	0,24
Meloen	2,55E-05	0,002	0,01	0,06
Honing	2,08E-05	0,003	0,01	0,10
Melk (koe, geiten, schaap, paard)	1,57E-02	0,165	0,66	5,73
Kaas	1,55E-03	0,217	0,87	7,57
Yoghurt	6,31E-03	0,221	0,88	7,69
Eieren	2,90E-04	0,006	0,02	0,21
Vis	5,20E-04	0,091	0,36	3,17
Weekdieren	6,08E-06	0,001	0,00	0,04
Schaaldieren	2,56E-05	0,004	0,02	0,16
Eend	3,41E-05	0,002	0,01	0,08
Konijnen	6,22E-06	0,000	0,00	0,02
Wildvlees	1,24E-05	0,001	0,00	0,03
Kip	7,79E-04	0,055	0,22	1,90
kalkoen	2,08E-04	0,015	0,06	0,51
Kikkerbillen		0,000	0,00	0,00
Slakken	9,36E-07	0,000	0,00	0,00
Paardenvlees	3,47E-05	0,002	0,01	0,08
Schapenvlees, lamsvlees	3,89E-05	0,003	0,01	0,09
Varkensvlees	1,76E-03	0,123	0,49	4,30

Rundvlees	1,41E-03	0,099	0,40	3,45
Kalfvlees	2,97E-05	0,002	0,01	0,07
Lever (wild, paard, rund)	4,02E-05	0,022	0,09	0,76
Nier (wild, paard, rund)	0,00E+00	0,000	0,00	0,00
Thee, infusie[#]	3,82E-04	0,005	0,02	0,18
Water - mineraalwater (FAL, 2000-2003)	1,36E-02	0,092	0,37	3,22
Sap (fruitsap, groentesap, soep, siroop)	9,65E-03	0,676	2,70	23,55
Wijn	2,32E-06	0,000	0,00	0,01
Zout	5,80E-09	0,000	0,00	0,00
Melkpoeders	2,53E-04	0,012	0,05	0,41
Totaal		2,87	11,48	100

*Blootstelling = gemiddelde consumptie * mediane concentratie (P50) * 7 * 1000

[#]Blootstelling thee = [Pb] bladen * consumptie vloeibare thee* 17,4% * 0,02kg bladen/0,6l drank* 7 (zie punt 3.2.5)