



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

**ADVIES 35-2009**

**Betreft : Raming van de inname van cadmium door de Belgische bevolking  
(dossier Sci Com nr 2009/13).**

Advies gevalideerd door het Wetenschappelijk Comité op 13 november 2009

## **Samenvatting**

Cadmium (Cd) is hoofdzakelijk een milieucontaminant die enerzijds van nature aanwezig is in het milieu, maar anderzijds ook afkomstig kan zijn van industriële en agrarische bronnen. Levensmiddelen zijn de belangrijkste bron van blootstelling aan cadmium voor de niet-rokende en niet-beroepshalve blootgestelde bevolking. Cadmium is voornamelijk toxisch voor de nieren. Recent werd een aanvaardbare wekelijkse dosis (Tolerable weekly intake, TWI) van 2,5 µg/kg lichaamsgewicht (bw) vastgesteld door EFSA (2009).

Aan het Wetenschappelijk Comité werd gevraagd om de cadmium 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 cadmium analyses in het kader van de controleprogramma van het FAVV voor 2006, 2007 en 2008 werd de gemiddelde en de 95-percentiel cadmium inname van de volwassen Belgische bevolking geraamd op 1,27 µg/kg bw/week en 2,80 µg/kg bw/week, respectievelijk. De gemiddelde en de 95-percentiel cadmium inname van kinderen werd geraamd op 4,09 µg/kg bw/week en 7,3 µg/kg bw/week.

De inname van cadmium is groter voor bepaalde consumentengroepen zoals deze consumenten die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van verbruik van groenten en vis en deze die levensmiddelen consumeren die geproduceerd zijn in met cadmium verontreinigde gebieden, dan die voor de volwassen bevolking en benadert of overschrijdt de TWI van 2,5 µg/kg bw/week. Dit zelfde geldt voor kinderen.

De groepen van levensmiddelen die het meeste bijdragen aan de cadmium blootstelling zijn graanproducten (deegwaren inbegrepen) en aardappelen. Het Wetenschappelijk Comité is van mening dat inspanningen dienen te gebeuren om de blootstelling via groenten, aardappelen en granen, deegwaren in het bijzonder, te beperken.

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan om cadmium in granen en graanproducten (brood, deegwaren, koekjes, ontbijtgranen, ...) te analyseren, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen geraffineerde producten (bijvoorbeeld wit brood) en zgn. "volwaardige" producten. Het Wetenschappelijk Comité raadt ook aan om andere levensmiddelen die grote hoeveelheden cadmium kunnen bevatten, te analyseren zoals wilde paddenstoelen, noten, waaronder pijnboompitten, en olie afkomstig van zaden.

## Summary

### **Advice 35-2009 of the Scientific Committee of the FASFC on the estimation of the dietary intake of cadmium by the Belgian population**

Cadmium (Cd) is mainly an environmental contaminant, which on one hand, is naturally present in the environment and on the other hand, may originate from industrial and agricultural sources. Food is the main source of cadmium exposure for the non-smoking and the non-occupationally exposed part of the population. Cadmium is particularly toxic to the kidneys. Recently, a tolerable weekly intake (TWI) of 2.5 µg/kg body weight (bw) was established by EFSA (2009).

The Scientific Committee was requested to estimate the exposure of the Belgian population to cadmium 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 Cd analyses control in the framework of the control program from FASFC for 2006, 2007 and 2008, average and 95th percentile dietary exposure to cadmium of the Belgian adult population were estimated at 1.27 µg/kg bw/week and 2.80 µg/kg bw/week, respectively. The mean and 95th percentile dietary exposure of children was estimated at 4.09 µg/kg bw/week and 7.3 µg/kg bw/week.

Dietary exposure to cadmium for specific consumer groups such as consumers which follow the food recommendations for the consumption of vegetables and fish and for people who eat food produced in a contaminated area is higher than the general adult population and approaches or even exceeds the TWI of 2.5 µg/kg bw/week. The same applies to children.

Cereals (including pasta) and potatoes are the main food groups that contribute to cadmium exposure. The Scientific Committee consider that efforts should be made to limit exposure through vegetables, potatoes and cereals, especially pasta.

The Scientific Committee recommends to analyze cadmium in cereals and cereal products (bread, pasta, biscuits, breakfast cereals, ...), distinguishing the finer products (eg white bread) with whole meal product. The Scientific Committee also recommends to analyze other foods that may contain large quantities of cadmium as wild mushrooms, nuts, including pine nuts, and derived oil.

## Sleutelwoorden

Cadmium, levensmiddelen, inname

## **1. Referentietermen**

### **1.1. Vragen**

Aan het Wetenschappelijk Comité werden de volgende vragen gesteld:

- Wat is de blootstelling via de voeding van de Belgische bevolking aan cadmium?
- Welke bijdrage leveren de verschillende levensmiddelen categorieën 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 13 november 2009 ;

**geeft het Wetenschappelijk Comité het volgende advies :**

## **2. Risico-evaluatie voor cadmium**

### **2.1. Gevarenidentificatie**

Elementair cadmium (Cd) (CAS nr.: 7440-43-9) is een niet-essentieel zwaar metaal. Het is hoofdzakelijk een milieucontaminant die enerzijds van nature aanwezig is, maar anderzijds ook afkomstig kan zijn van industriële en agrarische bronnen. Cadmium wordt vooral samen met zink aangetroffen in de aardkorst. Het kan van nature verspreid worden in de lucht door verwaaiing van bodemdeeltjes en als gevolg van vulkaanuitbarstingen en het afschilferen van rotsen en mineralen (INERIS, 2005). De antropogene bronnen van cadmium betreffen vooral derivaten van Cd (Cd chloride CAS nr: 10108-64-2, Cd oxide CAS nr:1306-19-0, Cd sulfaat CAS nr :10124-36-4, Cd sulfide CAS nr: 1306-23-06) en omvatten industriële en agrarische emissies: non-ferrometaalbedrijven, metallisatie van oppervlakken, fabricage van batterijen, van pigmenten, van stabilisatoren voor kunststoffen en legeringen, fabricage en gebruik van fosfaatmeststoffen. De verbranding van steenkool of olie (maar ook van hout of van turf) en de verbranding van huishoudelijk afval zijn andere belangrijke bronnen van de atmosferische emissies van Cd. In water komt Cd voornamelijk terecht door natuurlijke erosie, uitspoeling van de bodem alsook door industriële lozingen en de behandeling van industrieel afvalwater en mijnbouw (INERIS, 2005).

Levensmiddelen zijn de belangrijkste bron van blootstelling aan Cd voor de niet-rokende en niet-beroepshalve blootgestelde bevolking. Levensmiddelen kunnen een belangrijke aanvullende bron van besmetting zijn bij blootgestelde werknemers die een strikte hygiëne (eten en roken op de werkplek, onvoldoende wassen van de handen,...) niet naleven.

Het absorptiepercentage van cadmium na blootstelling van de mens via voeding is vrij gering (3-5%) (Morgan and Sherlock, 1984, geciteerd door EFSA, 2009) en aanzienlijk kleiner dan de absorptie van cadmium via stofdeeltjes die in de luchtwegen afgezet worden. Dit laatste hangt af van de depositie van de deeltjes (afhankelijk van de grootte) en de oplosbaarheid in water van de derivaten. De meest oplosbare derivaten (chloride en oxide) worden tot

ongeveer 90 tot 100% geabsorbeerd, terwijl sulfide tot 10% geabsorbeerd wordt. Deze absorptie kan gedurende enkele weken voortgezet worden, zelfs na een enige inademing. Het gebrek aan bepaalde voedingsstoffen (ijzer, calcium, zink, koper of eiwitten) dat zich voornamelijk voordoet in het kader van meervoudige zwangerschappen of reeds bestaande ziekten kan leiden tot een abnormaal hoge gastro-intestinale absorptie van cadmium (EFSA, 2009).

Ongeacht de route van absorptie, wordt cadmium, gebonden aan hemoglobine of metallothioneïne via het bloed verspreid in het lichaam. Cadmium stapelt zich voornamelijk op in de lever en daarna in de nieren (tot 75 % van de geabsorbeerde hoeveelheid) (AFSSA, 2006). Cd wordt ook gevonden in de alvleesklier, schildklier, testikels en speekselklieren. In de lever en de nieren stimuleert cadmium de productie van metallothioneïnen die cadmium binden (AFSSA, 2006). Cadmium wordt vooral in een complex met metallothioneïne in het lichaam opgeslagen. De toxiciteit van cadmium is voornamelijk toe te schrijven aan zijn vrije vorm. Toxiciteit treedt op wanneer de capaciteit van de synthese van metallothioneïne overschreden wordt.

Cadmium wordt uitgescheiden via faeces, urine en opperhuidbegroeiing (haar, nagels, tanden). Wanneer geen nierschade optreedt, is de urinaire excretie van cadmium proportioneel met de lichaamsbelasting van voornamelijk de lever en de nieren.

De halveringstijd van cadmium in het menselijk lichaam bedraagt 10 tot 30 jaar (Nawrot *et al.*, 2006).

Blootstelling aan cadmium wordt gerelateerd aan nefrotoxiciteit, osteoporose, neurotoxiciteit, carcinogeniciteit en genotoxiciteit, teratogeniciteit en effecten op de hormonenhuishouding en de voortplanting (EFSA, 2009).

Cadmium is vooral toxisch voor de nieren, met als symptomen de ontwikkeling van onomkeerbare nefropathie leidend tot nierinsufficiëntie. De degeneratie begint meestal in de cellen van de proximale tubulus waar Cd zich in de loop der jaren opstapelt, waarbij een ontstekingsreactie kan ontstaan, gevolgd door een interstitiële fibrose (EFSA, 2009). Na langdurige en/of aanzienlijke blootstelling kunnen de letsels aan de tubulus evolueren naar een verstoring van de glomerulus met een daling van de glomerulusfiltratie en uiteindelijk nierinsufficiëntie als gevolg (EFSA, 2009).

Bij Cd-blootstelling werd eveneens een verhoogde eliminatie van eiwitten van laag moleculair gewicht waargenomen; nl. van beta-2-microglobuline (B2M), eiwitbinding van retinol (RBP), N-acetyl-beta-D glucosaminidase, eiwitbinding van vitamine D, lysosym, ribonuclease en alpha1 -microglobuline. Proteinurie kan worden vergezeld door glucosurie, door aminoaciduria, door calcium en door fosfaturie.

Cadmium kan ook leiden tot botdemineralisatie (osteoporose, beenverweking) waarbij de beenderen direct worden beschadigd of indirect als gevolg van een slechte werking van de nieren. Het aantasten van het skelet treedt meestal op na een belangrijke blootstelling en wordt gekenmerkt door botpijn en breuken die spontaan optreden of als gevolg van kleine trauma's. Vrouwen lijken meer vatbaar te zijn dan mannen voor Cd-osteotoxiciteit, in het bijzonder zwangere en zogende vrouwen omwille van de toegenomen behoeften aan calcium. Deze Cd-osteotoxiciteit is een aspect van de "Itai-Itai" ziekte die waargenomen werd bij bepaalde Japanse bevolkingsgroepen die blootgesteld werden aan Cd door de consumptie van verontreinigde rijst.

Cadmium heeft *in vivo* en *in vitro* een sterke oestrogene en androgene activiteit (Åkesson *et al.*, 2008), doordat Cd direct kan binden met oestrogene en androgene receptoren (Takinguchi and Yoshihara, 2006).

Ademhalingsziekten vloeien vooral voort uit inademing van deeltjes en bestaan uit irriterende rhinitis en sinusitis, verstoorde reukzin en bronchitis. Een verminderde longfunctie (emfyseem) kan optreden na langdurige beroepsblootstelling.

Cadmium is waarschijnlijk de oorzaak van perifere neuropathie (Viaene *et al.*, 1999).

Cadmium kan bij ratten bij inademing longkanker veroorzaken. Het Internationale Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) klasseerde cadmium op basis van arbeidsgeneeskundige studies als « kankerverwekkend voor de mens » (groep I) (IARC,1993). Gegevens over de blootstelling van mensen aan cadmium werden in verband gebracht met een toename van het kankerrisico, bijvoorbeeld voor longkanker (Nawrot *et al.*, 2006), baarmoederkanker (Åkesson *et al.*, 2008), blaaskanker (Kellen *et al.*, 2007), prostaatkanker (Verougstraete *et al.*, 2003) en borstkanker (McElroy *et al.*, 2006), en zelfs leverkanker (Campbell *et al.*, 1990).

## **2.2. Gevarenkarakterisatie**

Een Voorlopige Aanvaardbare Wekelijkse Dosis (Provisional Tolerable Weekly Intake - PTWI) van 7 µg Cd/kg lichaamsgewicht (bw) werd vastgesteld door het Gezamenlijke Comité van FAO/WHO-experts voor Voedseladditieven (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - JECFA) (JECFA, 2006) en goedgekeurd door het Wetenschappelijk Comité voor de Menselijke Voeding (Scientific Committee for Food - SCF).

Het Panel on Contaminants (CONTAM-panel) van EFSA (European Food Safety Authority) voerde een meta-analyse uit om de dosis-responsrelatie te bepalen tussen urinair cadmium en urinair beta-2-microglobuline (B2M). B2M, een eiwit met een laag moleculaire gewicht, staat bekend als de meeste geschikte biomarker voor aandoeningen van de niertubuli (EFSA, 2009). Het model van Hill (Sand *et al.*, 2008) werd aangepast aan de dosis-responsrelatie tussen urinair cadmium en B2M voor patiënten van boven de 50 jaar en de bevolking in het algemeen. Uitgaande van het model werd de ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval van de benchmarkdosis (BMDL) berekend. Deze waarde bedroeg voor een toename van de prevalentie van verhoogde B2M met 5 procent (BMDL5) 4 µg Cd/g creatinine. Er werd een verbindingsspecifieke correctiefactor van 3,9 toegepast om rekening te houden met de individuele verschillen van het cadmiumgehalte in de urine bij de bestudeerde populaties, wat resulteerde in een referentiepunt van 1,0 µg cadmium/g creatinine. Dat referentiepunt werd ook bevestigd door gegevens uit studies die werden verricht bij arbeiders die tijdens het werk werden blootgesteld en door de resultaten van diverse afzonderlijke studies waarbij verschillende biomarkers werden gebruikt (EFSA, 2009).

Op basis van de modellering van een groot aantal gegevens van niet-rokende Zweedse vrouwen zou 95% van de 50-jarigen cadmiumconcentraties in urine hebben lager dan het referentiepunt van 1 µg Cd/g creatine wanneer de dagelijkse blootstelling via levensmiddelen niet meer bedraagt dan 0,36 µg Cd/kg bw, (wat overeenstemt met een wekelijkse inname via voedsel van 2,5 µg/kg bw). Er was geen correctie- of onzekerheidsfactor nodig om rekening te houden met individuele verschillen in gevoeligheid. Het CONTAM-panel stelde als gevolg daarvan een aanvaardbare wekelijkse dosis (Tolerable Weekly Intake, TWI) van 2,5 µg/kg bw vast.

## **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 die tweemaal werden bevraagd (op twee niet opeenvolgende dagen) over hun voedselconsumptie in de voorbije 24 uur. De gemiddelde consumptiewaarde van een levensmiddel werd voor de twee niet opeenvolgende dagen berekend. Op basis van deze gemiddelde waarden werd de blootstelling van de volwassen Belgische bevolking boven de 15 jaar geraamd.

### 2.3.2. Cadmiumconcentratie in levensmiddelen

Er werden ongeveer 4.000 resultaten van cadmiumanalyses 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 overeenstemming met de regelgeving te controleren en de veiligheid van de voedselketen te waarborgen. Cadmium werd aangetroffen in 23% van de monsters met een hogere detectie frequentie voor bepaalde matrices zoals granen, aardappelen, wortelgewassen, slachtafval en chocolade. Voor andere matrices, zoals bessen (aardbeien, aalbessen, druiven) en vlees (varkensvlees, rundvlees, lam, eend, kip, kalkoen, kikkerbiljetjes, konijn), waren bijna alle monsters beneden de bepalingsgrens met als gevolg een mogelijke overschatting van hun bijdrage aan de inname wanneer het 'middle bound' of 'upper bound' benadering is aangenomen. De mediane cadmiumconcentraties (P50) werden voor elk van de levensmiddelen bepaald. Waarden kleiner dan de aantoonbaarheidsgrens (LOD) of de bepalingsgrens (LOQ) werden vastgesteld op LOD/2 of LOQ/2 (middle bound benadering).

De hoogste cadmiumconcentraties werden gemeten in slachtafval (lever en nieren) van paarden en wild (tabel 1). De detectiefrequentie is eveneens hoog.

Cadmium werd niet geanalyseerd in slachtafval van runderen. Het is echter gekend dat het slachtafval van runderen verontreinigd is (Advies 01-2005<sup>1</sup>, Vromman *et al.* (2008), Waegeneers *et al.* (2009)). Volgens het koninklijk besluit van 10 augustus 2005<sup>2</sup>, mag slachtafval van runderen ouder dan 18 maanden, die in België geslacht zijn, niet meer op de markt gebracht worden. De Cd-concentraties gemeten door Waegeneers *et al.* in de lever en de nieren van runderen van 18 maanden of jonger zijn lager dan die gemeten in de lever en nieren van paard en wild. De mediane Cd-concentraties in lever en nieren van runderen van 18 maanden en jonger zijn respectievelijk 0,06 mg/kg en 0,23 mg/kg (Waegeneers *et al.*, Interne communicatie).

Uit de resultaten van EFSA (2009) blijkt dat de hoogste cadmiumconcentraties werden aangetroffen in algen, vis en zeevruchten, chocolade en speciale diëtvoeding.

Cadmium wordt vaak aangetroffen in graanproducten. Het werd gedetecteerd in alle onderzochte monsters van deegwaren die geanalyseerd werden door het FAVV. De cadmiumconcentraties die door het FAVV werden teruggevonden in graan zijn echter hoger dan de gerapporteerde waarden door EFSA (2009). Graangewassen zoals tarwe en rijst kunnen tijdens de groei cadmium opslaan in het middelste deel van de korrel (RIVM, 2003). Chaudri *et al.* (1995) onderzochten 77 monsters van gemalen en gezeefde tarwe. De Cd-concentraties in zemelen waren gemiddeld tweemaal zo hoog als die in volkorenmeel. Wit meel bevatte ongeveer 31% minder Cd dan volkorenmeel. Het type brood (bruin brood, wit brood) is niet gespecificeerd in tabel 1. Koekjes, gebak en ontbijtgranen zijn niet vermeld in tabel 1. Rijst werd evenmin geanalyseerd.

Men treft zelden cadmium aan in vruchtensappen en de waargenomen concentraties zijn laag. Deze concentraties zijn vergelijkbaar met de concentratie die EFSA (2009) rapporteert.

Wat groenten betreft, komt cadmium vooral voor in spinazie, selderij, schorseneren en in mindere mate in aardappelen, prei, peterselie en wortelen. Volgens Versluijs en Otte (2001) nemen wortelen, spinazie, tomaten, sla en selderij veel cadmium op uit de grond. Van der Schee (RIVM, 2003) analyseerde 500 monsters van fruit, groenten en aardappelen en stelde vast dat bladgroenten, en meer in het bijzonder spinazie, meer cadmium bevatten. De door de EFSA (2009) vermelde cadmiumconcentraties in spinazie zijn vergelijkbaar met de door het FAVV gemeten concentraties.

---

<sup>1</sup> Advies 01-2005 van het Wetenschappelijk Comité beschikbaar op de website van FAVV: [http://www.favv-afsc.fgov.be/home/com-sci/doc/avis05/Advies\\_2005-01.pdf](http://www.favv-afsc.fgov.be/home/com-sci/doc/avis05/Advies_2005-01.pdf)

<sup>2</sup> Koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 9 maart 1953 betreffende de handel in slachtvlees en houdende reglementering van de keuring der hier te lande geslachte dieren

In gedroogde vruchten werden hoge cadmiumconcentraties en hoge detectiefrequenties gemeten. Er werd geen cadmium gevonden in de geanalyseerde aalbessen, aardbeien, druiven en meloenen. de Winter-Sorkina *et al.* (RIVM, 2003) meldden dat in de categorie fruit frambozen het sterkst aangerijkt zijn met Cd. Door EFSA worden eveneens lage cadmiumconcentraties in fruit gerapporteerd.

Cadmium komt weinig voor in zuivelproducten, eieren en honing (lage concentraties en lage detectiefrequentie).

Er zit vooral Cd in weekdieren (mosselen, oesters). Schaal en weekdieren, zoals krab, kreeft en oesters uit verontreinigde estuaria vertonen hoge cadmiumconcentraties (RIVM, 2003). EFSA meldde ook hoge cadmiumconcentraties in weekdieren. Die waren hoger dan de concentraties die werden gemeten in vis en schaaldieren. De door EFSA (2009) gerapporteerde concentraties zijn van dezelfde grootteorde als deze die door het FAVV waargenomen werden.

De Cd-concentraties die werden gemeten in vlees van eenden, konijnen, pluimvee, varkens en runderen zijn verwaarloosbaar.

Tabel 1: Overzicht van de verschillende matrices waarvan het cadmium (Cd) gehalte bepaald werd door het FAVV in 2006, 2007 en 2008 (Aantal onderzochte monsters, aantal monsters < bepalingsgrens (LOQ), % monsters < LOQ, laagste, hoogste, gemiddelde, mediaan (P50) Cd-concentratie).

Matrix	Aantal stalen	Aantal stalen < LOQ	% stalen < LOQ	Min conc. (mg/kg)	Max conc. (mg/kg)	Gemiddelde conc. (mg/kg)	P50 conc. (mg/kg)
Brood	40	1	3	0,005	0,051	0,019	0,019
Pasta, noedels	38	0	0	0,011	0,130	0,060	0,054
Granen (tarwe)	10	0	0	0,025	0,099	0,051	0,052
Aardappelen	88	21	24	0,005	0,140	0,023	0,021
Look	7	3	43	0,005	0,048	0,014	0,011
Courgette	7	5	71	0,005	0,047	0,012	0,005
Tomaat	10	7	70	0,005	0,021	0,008	0,005
Erwten	15	15	100	0,050	0,050	0,050	0,050
Ui	33	18	55	0,005	0,059	0,014	0,005
Wortel	96	3	14	0,005	0,084	0,025	0,021
Radijs	5	4	80	0,005	0,014	0,007	0,005
Schorseneren	34	0	0	0,014	0,081	0,045	0,042
Prei	30	10	33	0,005	0,15	0,030	0,0185
Selder	29	3	10	0,005	0,240	0,044	0,027
Knolselder	18	3	17	0,005	0,180	0,068	0,059
Sla (Sla, veldsla, rucola,...)	59	24	41	0,005	0,087	0,022	0,011
Spinazie	50	0	0	0,017	0,290	0,079	0,066
Venkel	10	8	80	0,005	0,026	0,008	0,005
Peterselie	16	3	19	0,005	0,110	0,032	0,024
Andijvie	6	4	67	0,005	0,023	0,009	0,005
Kolen (Witte kolen, bloemkolen,...)	56	52	93	0,002	0,005	0,005	0,005
Gekweekte champignon	55	39	71	0,005	3,000	0,098	0,005
Aalbes	9	9	100	0,005	0,005	0,005	0,005
Aardbei	11	11	100	0,005	0,005	0,005	0,005
Druif	6	6	100	0,005	0,005	0,005	0,005
Gedroogde vruchten - pijnboompitten	5	0	0	0,106	0,153	0,128	0,124

Meloen	9	8	89	0,005	0,012	0,006	0,005
Honing	141	130	92	0,001	0,079	0,004	0,0025
Melk	179	171	96	0,00025	0,007	0,001	0,0005
Kaas	25	21	84	0,0005	0,009	0,002	0,001
Yoghurt	20	19	95	0,001	0,003	0,001	0,001
Eieren	137	135	99	0,00005	0,0131	0,001	0,0005
Vis	952	895	94	0,001	1,5	0,031	0,025
Weekdieren	46	4	9	0,005	0,88	0,212	0,18
Schaaldieren	157	113	72	0,005	0,37	0,039	0,025
Eend	18	18	100	0,005	0,005	0,005	0,005
Konijn	35	34	97	0,001	0,029	0,005	0,005
Kip	121	120	99	0,005	0,2	0,007	0,005
Kalkoen	30	30	100	0,005	0,005	0,005	0,005
Kikkerbilletjes	10	8	100	0,005	0,005	0,005	0,005
Slakken	8	0	0	0,031	0,3	0,129	0,094
Schapenvlees, lamsvlees	41	41	100	0,001	0,005	0,005	0,005
Varkensvlees	225	225	100	0,001	0,01	0,005	0,005
Rundvlees	268	267	99,6	0,005	0,043	0,005	0,005
Kalfsvlees	34	34	100	0,005	0,005	0,005	0,005
Rund – lever*	11	0	0	0,04	0,143	0,072	0,059
Rund – Nier*	11	0	0	0,093	0,635	0,257	0,23
Paardenvlees	70	8	11	0,005	0,36	0,042	0,031
Paard - lever	20	0	0	0,028	72,6	5,315	1,64
Paard - nier	15	0	0	4,430	71,7	19,463	14,7
Wildvlees	268	245	91	0,005	0,029	0,006	0,005
Wild - lever	46	0	0	0,015	52,27	2,341	0,17
Wild - nier	37	0	0	0,2	14,47	2,768	1,63
Fruitsap	56	54	96	0,005	0,016	0,005	0,005
Mineraal water (FAL <sup>3</sup> , 2000-2003)	14	0	0	0,00005	0,0003	0,0002	0,0002
Chocolade	10	5	50	0,010	0,090	0,034	0,025
Aroma	20	15	75	0,01	0,34	0,005	0,001
Babyvoeding	18	11	61	0,005	0,039	0,010	0,005
Melkpoeder	25	14	56	0,005	0,004	0,002	0,0005
Olieachtige zaden en vruchten	5	2	40	0,014	0,12	0,05	0,05

\*Waegeneers *et al.*, interne communicatie

<sup>3</sup> het instituut voor plantenvoeding en bodemwetenschappen van het federale onderzoekscentrum van Braunschweig (Institute of Plant Nutrition and Soil Science, Federal Agricultural Research Center (FAL) Braunschweig) (2000-2003).



### 2.3.3. Raming van de blootstelling aan cadmium

#### 2.3.3.1. Deterministische inname aan cadmium

De deterministische berekening van de inname aan Cd werd voor de volwassen Belgische bevolking berekend door de mediane Cd-concentratie van elk levensmiddel te vermenigvuldigen met de gemiddelde consumptie daarvan. De verkregen resultaten werden voor alle levensmiddelen bij elkaar opgeteld en vergeleken met de TWI (tabel 2).

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

Tabel 2 : Raming van de Cd-inname van de volwassen Belgische bevolking (>15 jaar)

Matrix	Gemiddelde consumptie (kg/kg bw/dag)	Blootstelling* (µg/kg bw/week)	%TWI (2,5 µg/kg bw/week)
Brood	1,75E-03	0,233	9,31
Pasta, noedels	6,19E-04	0,234	9,35
Granen (tarwe)	3,70E-06	0,001	0,05
Aardappelen	1,57E-03	0,226	9,03
Look	2,58E-06	0,0002	0,01
Courgette	2,52E-05	0,001	0,04
Tomaat	4,55E-04	0,016	0,64
Erwten	3,37E-05	0,012	0,47
Ui	9,24E-05	0,003	0,13
Wortel	1,66E-04	0,024	0,97
Radijs	2,46E-06	0,0001	0,00
Schorseneren	5,95E-06	0,002	0,07
Prei	5,28E-05	0,007	0,27
Selder	1,33E-05	0,003	0,10
Knolselder	1,08E-05	0,004	0,18
Sla (Sla, veldsla, rucola,...)	9,76E-05	0,008	0,30
Spinazie	4,89E-05	0,022	0,90
Venkel	3,96E-06	0,0001	0,01
Peterselie	6,81E-07	0,0001	0,00
Andijvie	1,48E-05	0,001	0,02
Kolen (Witte kolen, bloemkolen,...)	2,07E-04	0,007	0,29
Gekweekte champignon	4,23E-05	0,001	0,06
Aalbes	3,89E-06	0,0001	0,01
Aardbei	7,64E-05	0,003	0,11
Druif	8,05E-05	0,003	0,11
Gedroogde vruchten - pijnboompitten	3,33E-07	0,0003	0,01
Meloen	6,11E-05	0,002	0,09
Honing	1,61E-05	0,0003	0,01
Melk	1,40E-03	0,005	0,20
Kaas	1,48E-04	0,001	0,04
Yoghurt	5,15E-04	0,004	0,14
Eieren	1,44E-04	0,001	0,02
Vis	2,51E-04	0,044	1,76
Weekdieren	2,56E-05	0,032	1,29
Schaaldieren	4,05E-05	0,007	0,28
Eend	4,89E-06	0,0002	0,01
Konijn	1,85E-05	0,001	0,03

<b>Kip</b>	2,48E-04	0,009	0,35
<b>Kalkoen</b>	5,48E-05	0,002	0,08
<b>Slakken</b>	9,18E-07	0,001	0,02
<b>Schapenvlees, lamsvlees</b>	3,35E-04	0,012	0,47
<b>Varkensvlees</b>	1,99E-04	0,007	0,28
<b>Rundvlees</b>	2,54E-04	0,009	0,36
<b>Kalfsvlees</b>	5,22E-05	0,002	0,07
<b>Lever (paard, wild, rund)</b>	1,75E-06	0,003	0,11
<b>Nier (paard, wild, rund)</b>	2,43E-07	0,003	0,12
<b>Paardenvlees</b>	1,31E-05	0,003	0,11
<b>Wildvlees</b>	1,73E-05	0,001	0,02
<b>Fruitsap</b>	9,96E-04	0,035	1,39
<b>Mineraal water (FAL, 2000-2003)</b>	8,80E-03	0,012	0,49
<b>Chocolade</b>	2,01E-04	0,035	1,41
<b>Totaal</b>		<b>1,04</b>	<b>41,59</b>

Blootstelling = gemiddelde consumptie \* mediaan concentratie (P50) \* 7 \* 1000

De 'mediane' blootstelling (Cd mediane concentraties) van de Belgische volwassenen via de voeding wordt volgens de deterministische benadering (tabel 2) geraamd op 1,04 µg/kg bw/week (41,6% van de TWI (= 2,5 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.

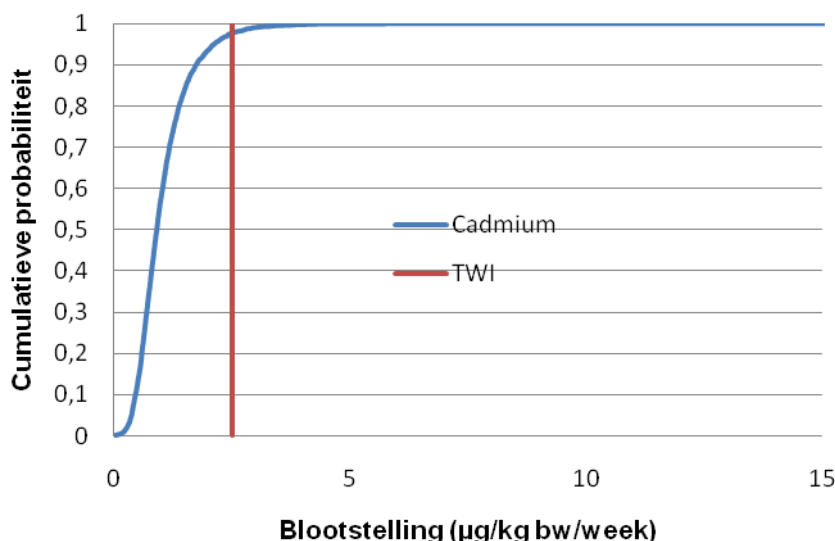
De 'lower bound' (concentraties kleiner dan de LOD en de LOQ worden gelijk aan 0 beschouwd) en 'upper bound' (de resultaten kleiner dan de LOD en de LOQ worden beschouwd als zijnde gelijk aan de LOD en de LOQ) benaderingen werden eveneens toegepast om vergelijkingen te kunnen maken.

De 'mediane' blootstelling (Cd mediane concentraties) wordt geraamd op 0,83 µg/kg bw/week (33% van de TWI) bij toepassing van het 'lower bound' scenario en op 1,24 µg/kg bw/week (49,5% van de TWI) bij toepassing van het 'upper bound' scenario.

de Winter-Sorkina *et al.* (RIVM, 2003) meldden een minimale (waarbij de concentratie van de niet-gedetecteerde cadmium werd gelijkgesteld aan nul) gemiddelde korte-termijn blootstelling<sup>4</sup> via levensmiddelen voor de Nederlandse bevolking van 1,26 µg/kg bw/week.

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

<sup>4</sup> 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. De **gemiddelde** korte-termijn inname in de populatie is een vrij goede maat voor de **gemiddelde** inname in de populatie.



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

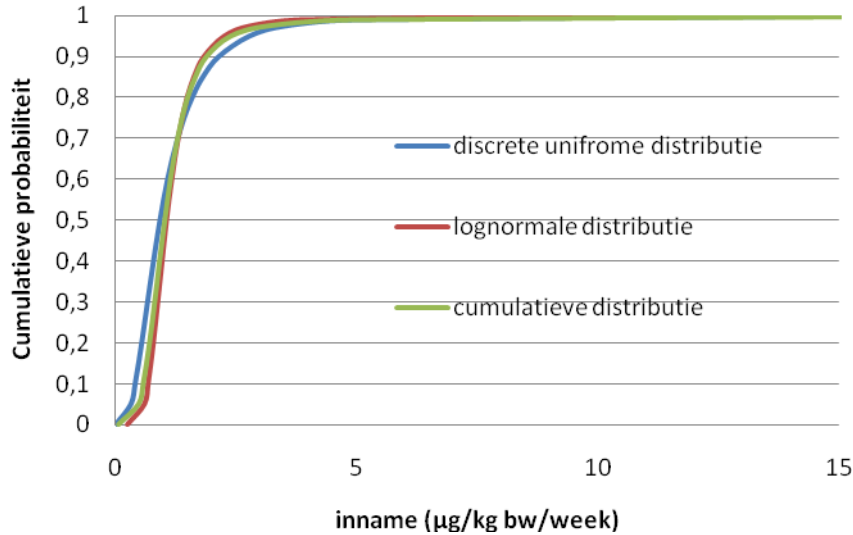
De mediane en 95-percentiel blootstelling aan cadmium is geraamd op respectievelijk 1,04 µg/kg bw/week (41,6% van de TWI) en 2,12 µg/kg bw/week (85% van de TWI). Ongeveer twee procent van de populatie heeft een Cd inname boven de TWI.

#### 2.3.3.2. Probabilistische innameschatting aan cadmium

De blootstelling van de Belgische volwassen bevolking aan cadmium 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 (Cd concentratie en consumptie) in rekening te brengen.

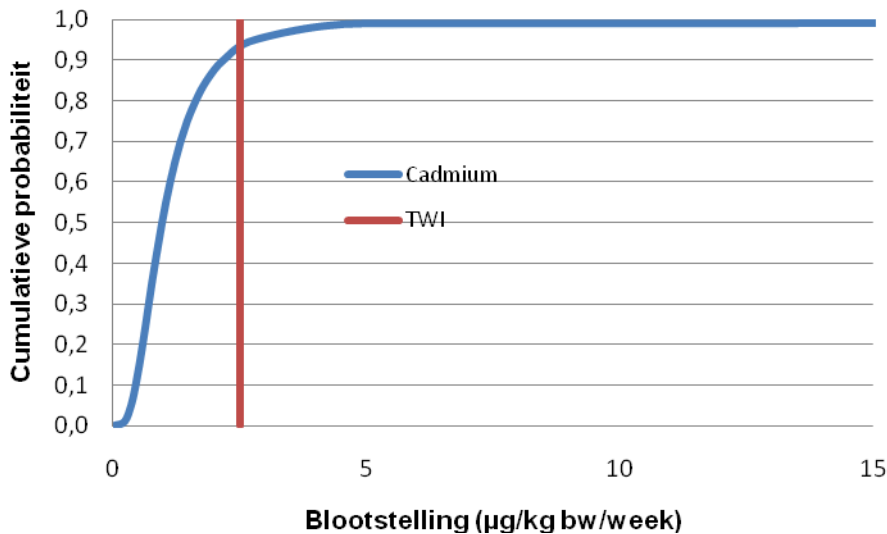
Om de invloed van de keuze van de inputdistributies (consumptiegegevens en Cd-concentraties) op de resultaten na te gaan, werd de blootstelling geraamd met 3 verschillende distributies. Consumptiegegevens en Cd-concentraties werden beschreven door een discrete uniforme distributie, een lognormale distributie 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 Cd-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 Cd-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 cadmium, probabilistisch bepaald door toepassing van een discrete uniforme, lognormale en cumulatieve distributie van de consumptiedata en Cd-concentraties.

De mediane blootstelling (P50) aan cadmium wordt geraamd op 0,96 µg/kg bw/week en de 95-percentiel wordt geschat op 2,80 µg/kg bw/week (zie figuur 3). De gemiddelde blootstelling aan cadmium wordt geraamd op 1,27 µg/kg bw/week. 7% van de Belgische volwassenen populatie heeft een blootstelling hoger dan de TWI van 2,5 µg/kg bw.



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

De blootstelling aan Cd kan een onderschatting zijn door het ontbreken van sommige matrices zoals wilde champignons, rijst en koekjes.

De blootstelling aan Cd 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 schatten 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 schatting 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 echter 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.

Om de onzekerheid van de blootstellingsschatting te kennen werd 'bootstrap sampling' toegepast. In deze methode worden n observaties (Cd- concentratie en consumptie van het betreffende levensmiddel) opnieuw theoretisch "bemonsterd" uit de originele dataset waardoor een 'bootstrap' dataset van n observaties bekomen wordt. Door dit proces vb. 500 keer te herhalen, worden 500 'bootstrap' datasets bekomen, waarop dezelfde statistische berekeningen (bv. 97,5, 99,9 percentiel, etc.) toegepast kunnen worden als op de originele dataset. Zo wordt een 'bootstrap' distributie van 500 97,5 en 99,9 percentielen, etc. gecreëerd, die de onzekerheid van de originele dataset karakteriseert (Vose, 2006). De modelinputdistributies werden willekeurig bemonsterd via de 'Latin Hypercube' methode. De berekeningen werden uitgevoerd m.b.v. het softwarepakket @Risk® (Palisade Corporation, Versie 4.5.5, NY, V.S.) (Vose, 2006). Tabel 3 geeft de onzekerheid die met de berekening van de blootstelling aan cadmium gepaard gaat voor de levensmiddelen die het meest bijdragen aan de blootstelling.

Tabel 3: Onzekerheid ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week) die met de berekening van de blootstelling van de volwassenen aan cadmium gepaard gaat voor de levensmiddelen die het meest bijdragen aan de blootstelling (BI 95).

	<b>P50</b>	<b>P75</b>	<b>P95</b>	<b>P97.5</b>	<b>P99</b>	<b>P99.9</b>
<b>Brood</b>	0,20 [0,18-0,22]	0,31 [0,28-0,35]	0,56 [0,48-0,72]	0,67 [0,55-0,92]	0,84 [0,64-1,24]	1,29 [0,85-2,07]
<b>Pasta</b>	0,00 [0,00-0,00]	0,30 [0,22-0,39]	1,30 [1,01-1,66]	1,77 [1,38-2,17]	2,35 [1,83-3,01]	3,85 [2,59-5,97]
<b>Aardappelen</b>	0,15 [0,11-0,21]	0,34 [0,25-0,43]	0,84 [0,5-1,07]	1,09 [0,53-1,48]	1,43 [0,75-2,32]	2,43 0,75-5,29

De robuustheid van de hogere percentielen van blootstelling aan Cd kan evenwel in vraag gesteld worden omdat deze percentielen gevoeliger zijn voor onzekerheden die met de datacollectie 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, levert deze een aantal vragen op voor de raming van de hoge percentielen (grote onzekerheid) en in geval van de lange termijn blootstelling.

#### 2.3.4. Raming van de cadmiumblootstelling in een verontreinigd gebied

Er zijn in België een aantal industriële vestigingen waar non-ferrometalen worden geproduceerd en verwerkt. In het noorden van het land (de Kempen) zijn met name zink- en kopergieterijen gevestigd. Een nefast gevolg van die activiteiten was de uitstoot van grote hoeveelheden verontreinigingen, zoals cadmium in het lokale milieu (lucht, water en bodem) (Monography, 2004). Die uitstoot wordt thans gecontroleerd en er zijn plannen uitgewerkt om de industriezones en de onmiddellijke omgeving daarvan te saneren. Er werden eveneens analyses op zware metalen uitgevoerd in verschillende omgevingen (lucht, water en bodem) in zones binnen een straal van ongeveer tien kilometer van die industriebedrijven. In die zones is er een risico voor verontreiniging van de voedselketen en van de mens als gevolg van de overdracht en de ophoping van verontreinigingen.

VITO heeft de lange termijn blootstelling aan cadmium via de voeding geraamd voor de Belgische bevolking en voor mensen die leven in een met cadmium verontreinigd gebied in de Kempen (Balen, Mol, Lommel, Overpelt) (Interne mededeling).

De cadmiumconcentraties in levensmiddelen werden met het door VITO ontwikkelde model XtraFood berekend uitgaande van concentraties in het milieu. De berekende concentraties werden vervolgens gecombineerd met voedselconsumptiegegevens van de Belgische voedselconsumptiepeiling. De in de Belgische voedselconsumptiepeiling gerapporteerde geconsumeerde hoeveelheden werden omgezet naar hoeveelheden geconsumeerd als rauw product. Vervolgens werden de voedingsmiddelen gegroepeerd in dezelfde voedingsmiddelcategorieën zoals gebruikt in het XtraFood model. Concentraties en consumptiegegevens werden vermenigvuldigd om zo de individuele Cd inname te bekomen voor de 2 interviewdagen van de Belgische voedselconsumptiepeiling. Deze korte termijn inname werd vervolgens omgezet naar lange termijn innamedistributies volgens de methode ontwikkeld door Tooze *et al.*<sup>5</sup> toegepast in de NCI methode (<http://riskfactor.cancer.gov/diet/usualintakes/>).

Er werden een aantal blootstellingsscenario's berekend (zie tabel 4):

Tabel 4: Chronische blootstelling aan cadmium van de bevolking enerzijds en in een industrieel verontreinigd gebied anderzijds (VITO, interne mededeling)

<b>Blootstellingsscenario</b>	<b>Gemiddelde blootstelling op lange termijn (µg/kg bw/week)</b>
Scenario 1 : Blootstelling van de algemene Vlaamse bevolking met voorspelde concentraties (background)	2,17
Scenario 2 : Blootstelling in het verontreinigde gebied, waarbij de concentraties in aardappelen, groenten en fruit van potentieel lokale herkomst werden voorspeld met milieuconcentraties uit het verontreinigd gebied (bodem, atmosferische depositie)	3,92
Scenario 3 : Blootstelling in het verontreinigde gebied van de bevolking met een moestuin, waarbij de concentraties in aardappelen, groenten en fruit van potentieel lokale herkomst voorspeld werden met milieuconcentraties uit het verontreinigde gebied.	3,78

De gemiddelde lange termijn blootstelling aan cadmium van de hele Vlaamse bevolking werd geraamd op 2,17 µg/kg bw/week (tabel 4). Dit scenario voor globale blootstelling werd vergeleken met de scenario's die werden uitgewerkt voor de bevolking in het verontreinigde gebied. De gemiddelde lange termijn blootstelling aan cadmium werd voor scenario 2 geraamd op 3,92 µg/kg bw/week, wat bijna 2 maal hoger is dan in scenario 1. De geraamde gemiddelde lange termijn blootstelling aan cadmium is voor scenario 3 eveneens bijna 2 maal hoger dan in scenario 1.

Uit de blootstellingsscenario's blijkt dat leven in een met cadmium verontreinigd gebied de blootstelling aan cadmium via levensmiddelen op significante wijze verhoogd, in functie van de proportie van de ter plaatse geproduceerde levensmiddelen in het dieet. Een hoge consumptie van ter plaatse geproduceerde levensmiddelen kan leiden tot een overschrijding van de TWI.

<sup>5</sup> Tooze, J.A., Midthune, D., Dodd, K.W., Freedman, L.S., Krebs-Smith, S.M., Subar, A.F., Guenther, P.M., Carroll, R.J., Kipnis, V. (2006). A new statistical method for estimating the usual intake of episodically consumed foods with application to their distribution, *J Am Diet Assoc*, 106 (10), 1575-87.

Vromman *et al.* (2008) raamden eveneens de blootstelling via levensmiddelen van de bevolking in de Kempen en vergeleken die met de blootstelling van de Belgische bevolking. De blootstellingswaarden zijn vergelijkbaar met deze die bepaald werden in de studie van het VITO. De blootstelling was gelijk aan 1,96 µg/kg bw/week voor de Belgische bevolking en gelijk aan 3,64 µg/kg bw/week in het verontreinigde gebied. De auteurs kwamen tot dezelfde conclusie, namelijk dat bovenmatige consumptie van levensmiddelen die worden geproduceerd in gebieden in de nabije omgeving van non-ferrometaalfabrieken kan leiden tot een inname die groter is dan de PTWI van 7 µg/kg bw/week.

### 2.3.5. Vergelijking van de inname van cadmium met literatuurgegevens

De geraamde blootstelling aan cadmium via levensmiddelen werd vergeleken met waarden die worden teruggevonden in de literatuur (tabel 5).

De inname van cadmium schommelt tussen 0,3 en 4,2 µg/kg bw/week met de meeste waarden gesitueerd tussen 0,98 en 2,3 µg/kg bw/week (tabel 5).

De blootstelling aan cadmium van de Franse bevolking die werd geraamd door Leblanc *et al.* (2005) is de laagste. De door Leblanc *et al.* (2005) in levensmiddelen gemeten cadmiumconcentraties zijn meestal van een kleinere orde dan die welke door het FAVV werden gemeten en die door andere auteurs werden vermeld. Het Wetenschappelijk Comité drukt zich niet uit over de redenen voor deze grote verschillen in concentraties die werden gemeten in de Frans studie.

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.

Verskillende waarden van blootstelling worden voorgesteld voor België. De lange termijn inname van cadmium bepaald door het VITO werd berekend op basis van voedingsconcentratiedata berekend met het model Xtrafood (dat concentraties in levensmiddelen voorspelt op basis van Cd concentraties gemeten in het milieu (water, lucht, bodem)) en data van de Belgische voedselconsumptiepeiling.

De inname bepaald door Vromman *et al.* (2008) is gebaseerd op een deterministische benadering. Groenten werden verdeeld in 3 groepen (bladgroenten, stengelgroenten, wortelgroenten) volgens de definities voor de vaststelling van de maximale limiet in Verordening (EG) nr. 1881/2006<sup>6</sup>.

De inname bepaald door EFSA is gebaseerd op prevalentiegegevens voor cadmium (niet-gedetecteerde waarden werden gelijkgesteld aan de helft van de detectielimiet) en op basis van consumptiegegevens uit de databank van EFSA. De gemiddelde concentratie aan cadmium voor elke groep van levensmiddelen werd gebruikt.

De inname bepaald door EFSA is lager dan die gerapporteerd door JECFA (2005), maar hoger dan die gerapporteerd door andere auteurs. Volgens EFSA (2009) kunnen deze verschillen worden verklaard doordat een verfijnde evaluatie gebaseerd is op meer representatieve en niet-samengestelde monsters, wat resulteert in een lagere Cd-blootstelling.

De gemiddelde blootstelling uitgevoerd door SCOOP<sup>7</sup> werd berekend door de gemiddelde consumptie te combineren met de gemiddelde cadmiumconcentratie in verschillende categorieën van levensmiddelen (SCOOP, 1996).

---

<sup>6</sup>Verordening (EG) nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.

<sup>7</sup> Reports on tasks for scientific cooperation

Tabel 5: De in diverse landen bepaalde blootstelling aan cadmium via de voeding

Land – Kenmerken van de raming	Inname (µg/kg bw/week) Volwassen van 60 kg	Bron
België – gemiddelde, volwassen bevolking – gegevens 2006, 2007, 2008	1,27	Sci Com, FAVV
België (Vlaanderen) – gemiddelde, volwassen bevolking (lange termijn inname)	2,17	VITO (interne mededeling)
België – Populatie (berekend door EFSA, gegevens 2003-2007)	2,33	EFSA, 2009
België – Gemiddelde, volwassen bevolking (gegevens 2004, 2005)	1,8	Vromman <i>et al.</i> , 2008
België – Gemiddelde, volwassen bevolking	1,9	SCOOP, 2004
België – Gemiddelde, volwassen bevolking	2,74	SCOOP, 1996
UK – TDS 1997	1,4	Ysart <i>et al.</i> , 2000
UK - TDS 2006 Gemiddelde, volwassen bevolking	0,98-1,19	FSA, 2009
Frankrijk – Gemiddelde, volwassen bevolking	0,315	Leblanc <i>et al.</i> , 2005
Nederland – Gemiddelde (lower bound)– korte termijn blootstelling, bevolking	1,26	RIVM, 2003
Nederland – Mediaan (lower bound)- lang termijn blootstelling, bevolking	0,98	RIVM, 2003
Duitsland – bevolking – gemiddelde	1,45	BfR, 2009
Duitsland	1,2	Bgvv, 2002 geciteerd door EFSA, 2009
Italië (gegevens 2001, 2002)	1,9	Geciteerd door EFSA, 2009
Spanje (Tarragona)	1,67	Bocio <i>et al.</i> , 2005
Spanje (Catalonië)	1,4 (vrouw) / 1,83 (man)	Llobet <i>et al.</i> , 2003
Spanje (Canarische eilanden) - Totale populatie gebaseerd op TDS 2006	1,1	Rubio <i>et al.</i> , 2006
Denemarken – Gemiddelde (gegevens 93-97)	1,87	Larsen <i>et al.</i> , 2002
Zweden – Gemiddelde inname van vrouwen	1,75	Akesson <i>et al.</i> , 2008
Polen (Stad Lublin en streek) – volwassen populatie	1,91 - 4,05	Marzec and Schlegel-Zawadzka, 2004
Europa – Gemiddelde, volwassen populatie (gegevens 2003 - 2007)	2,3 (1,9 – 3)	EFSA, 2009
US - Total populatie blootstelling gebaseerd op TDS 2003	1,47	Egan <i>et al.</i> , 2007
Wereld inname – Gemiddelde [Cd]	2,8 – 4,2	JECFA, 2005

### 2.3.6. Specifieke blootstellingsscenario's

Op basis van de Cd-concentraties gemeten door het FAVV en de gegevens van de Belgische voedselconsumptiepeiling (2004) 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 voor deze scenario's.

De blootstelling aan cadmium via levensmiddelen werd geschat voor mensen die dagelijks 250 g of meer groenten eten (28% van de bevolking) en voor mensen die dagelijks 30 g of meer vis eten (21% van de bevolking) met de mediane Cd-concentratie in levensmiddelen. De gemiddelde cadmiumblootstelling voor wie dagelijks 250 g of meer groenten eet werd geraamd op 1,25 µg/kg bw/week (50% van de TWI). In datzelfde scenario is de 95- en de 99-percentielblootstelling respectievelijk gelijk aan 2,38 (95% van de TWI) en 3,34 µg/kg bw/week (134% van de TWI). De gemiddelde Cd-blootstelling voor viseters (30 g/dag of meer) is gelijk aan 1,16 µg/kg bw/week (46% van de TWI). In datzelfde scenario is de 95- en



de 99-percentielblootstelling respectievelijk gelijk aan 2,35 (94% van de TWI) en 3,38  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week (135% van de TWI).

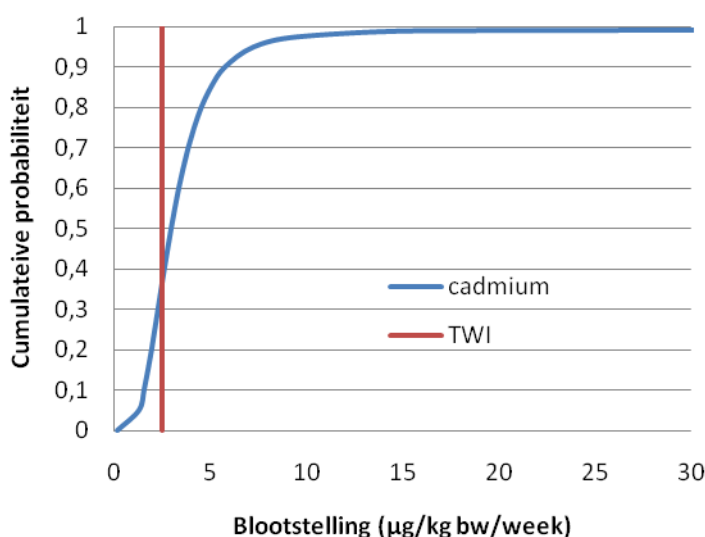
### 2.3.7. Raming van de Cd blootstelling van kinderen

Kinderen hebben een dieet dat aanzienlijk verschilt van dat van volwassenen. Bovendien hebben ze een hogere voedselconsumptie per kg lichaamsgewicht zodat hun belasting per kg lichaamsgewicht groter zal zijn dan bij volwassenen. Er zijn thans geen gedetailleerde consumptiegegevens voor kinderen beschikbaar in België. Er wordt gepland te starten met een Belgische voedselconsumptiepeiling voor kinderen van 3 tot 18 jaar in 2011.

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

Op basis van consumptiewaarden (Huybrechts en De Henauw, 2007) en de Cd-concentraties in levensmiddelen gemeten door het FAVV werd voor Vlaamse kleuters van 2,5 tot 6,5 jaar een gemiddelde blootstelling van 4,09  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week berekend via de probabilistische benadering met behulp van de software @Risk (Palissade Corporate, versie 5.0, VS). De consumptiegegevens en de Cd-concentraties werden beschreven door een discrete uniforme verdeling. De inputdistributies werd willekeurig bemonsterd met behulp van de "Latin hypercube" methode. Het aantal iteraties dat gebruikt werd voor de Monte Carlo simulatie, bedraagt 100.000.

De mediane en 95 percentiel blootstelling werd geschat op 2,96 en 7,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week. Ongeveer 63% van de kleuters zouden een blootstelling hebben hoger dan de TWI van 2,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw (figuur 4). Overigens, ongeveer 5% van de kleuters zouden een blootstelling hebben hoger dan de PTWI van 7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw, die vroeger werd vastgesteld. Er dient opgemerkt te worden dat de TWI weergeeft hoeveel wekelijks van een bepaalde verbinding gedurende een volledige levensduur kan worden ingenomen, zonder dat hierdoor gezondheidsproblemen ontstaan. De opgestapelde hoeveelheid Cd in het lichaam is van belang voor de toxiciteit. Ondanks het feit dat kinderen een grotere voedingsinname per eenheid lichaamsgewicht hebben dan volwassenen, is de opgestapelde hoeveelheid Cd lager.



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

De consumptiewaarden per eenheid lichaamsgewicht zijn hoger voor kleuters dan voor volwassenen (zie tabel 2 en bijlage 2). Levensmiddelen met de grootste bijdrage zijn aardappelen (22,6%), gevolgd door graanproducten (brood (20,1%), pasta (15,5%)), groenten (14,8%) en fruitsap (11,4%). De bijdrage van fruitsap is het gevolg van een hoge consumptie. De bijdrage van de verschillende levensmiddelen aan de blootstelling van kinderen wordt weergegeven in bijlage 2.

De blootstelling van baby's (3 tot 12 maanden) werd geschat op basis van de mediane cadmiumconcentratie in melkpoeder en in babyvoeding (met groenten) en op basis van consumptiegegevens van Kersting *et al.* (1998) (tabel 6).

Tabel 6: Schatting van de cadmiumblootstelling van baby's (3 tot 12 maanden)

Leeftijd	Lichaams-gewicht (kg)	Gemiddelde consumptie (kg/kg bw/dag)	Blootstelling* (µg/kg bw/week)	%TWI
Baby van 3 maanden	5,9	0,139	0,91	36,48
Baby van 6 maanden	7,7	0,118	1,25	50,05
Baby van 9 maanden	8,8	0,118	1,23	49,12
Baby van 12 maanden	9,8	0,105	0,23	9,27

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

De gemiddelde inname van baby's (1,5 tot 4,5 jaar) werd door het Food Standards Agency (FSA, 2009) geraamd tussen 2,59 en 3,15 µg/kg bw/week en deze van kinderen (4 – 18 jaar) tussen 1,89 en 2,17 µg/kg bw/week.

De cadmiuminname van Franse kinderen van 3 tot 14 jaar die in de SCOOP (2004) wordt gemeld, bedraagt 1,74 µg/kg bw/week (70% van de TWI). De gemiddelde inname van Cd gerapporteerd door EFSA (2009) voor kinderen van 6 maand tot 12 jaar in Italië bedraagt 2,97 µg/kg bw/week.

### 2.3.8. Bijdrage van de (categorieën van) levensmiddelen aan de blootstelling

Uit de deterministische raming van de blootstelling van Belgische volwassenen aan cadmium blijkt dat levensmiddelen op basis van graan (brood en pasta) het meest bijdragen aan de blootstelling, gevolgd door aardappelen (tabel 7). De bijdrage van aardappelen aan de blootstelling is voornamelijk het gevolg van de hoge consumptie hiervan. In de categorie van de groenten leveren wortelen en spinazie de grootste bijdrage (zie bijlage 1). Koekjes, ontbijtgranen en gebak alsook rijst zijn niet opgenomen in de groep van graanproducten, wat kan leiden tot een mogelijke onderschatting van de bijdrage en van de blootstelling.

Tabel 7 : Bijdrage van de categorieën van levensmiddelen aan de Cd-blootstelling van de Belgische volwassen bevolking

Categorieën van levensmiddelen	Bijdrage aan de blootstelling (%)
Graan (tarwe), brood	22,51
Pasta	22,49
Aardappelen	21,72
Groenten	10,72
Drank (water, sap)	4,54
Vlees (gevogelte, rund, varken, paard, wild)	4,32
Vis	4,22

Schaaldieren, tweekleppigen	3,79
Chocolade	3,38
Zuivelproducten	0,92
Fruit	0,77
Slachtafval (paard, wild, rund)	0,54
Eieren	0,05
Honing	0,03

De door het VITO (interne mededeling) vastgestelde bijdrage van de verschillende groepen van levensmiddelen aan de cadmiumblootstelling is als volgt: graan (46,6%), aardappelen (14,3%), groenten (13,8%), drank (koffie, thee, water) (10,8%) en vis (9,6%).

De belangrijkste categorieën levensmiddelen die het meeste bijdragen tot de blootstelling in de SCOOP (1996) waren aardappelen (37%) en granen (26%).

De FSA (2009) identificeerde volgende levensmiddelen die in grote hoeveelheden worden geconsumeerd en die de grootste bijdrage aan de Cd-blootstelling geven: aardappelen (24%), graanproducten (21%) en brood (19%).

De groepen van levensmiddelen die bijdragen tot de blootstelling van de Nederlandse bevolking zoals vastgesteld werd door de Winter-Sorkina *et al.* (RIVM, 2003) zijn: tarwe (45%), gevolgd door aardappelen (28%) en groenten (20%).

De groepen levensmiddelen die het meest bijdragen aan de door de EFSA geraamde cadmiumblootstelling (2009), vooral vanwege de aanzienlijke consumptie ervan, zijn: graan en graanproducten, groenten, noten en peulvruchten, aardappelen en vlees en vleesproducten. Er kan worden opgemerkt dat de bijdrage van noten het gevolg is van hoge concentraties aan cadmium (EFSA, 2009).

Volgens het JECFA (2005) zijn de 7 groepen van levensmiddelen die significant bijdragen aan de cadmiumblootstelling: rijst, tarwe, bladgroenten, wortelgroenten en stengelgroenten, andere groenten en weekdieren.

## 2.4. Risicokarakterisatie

De mediane en de 95-percentiel Cd-blootstelling van de Belgische volwassenen via de voeding werden geraamd op 0,96 en 2,80  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week. De gemiddelde blootstelling werd geraamd op 1,27  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week. Dat is minder dan de door EFSA (2009) geraamde blootstelling. De Cd-inname is lager dan de TWI van 2,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw voor 93% van de Belgische volwassen populatie.

De mediane en de 95-percentiel cadmium inname van de kinderen werd met de probabilistische benadering geraamd op 2,96  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week en 7,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week. De gemiddelde blootstelling werd geraamd op 4,09  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week. Ongeveer 63% van de kinderen hebben een blootstelling hoger dan de TWI.

Het CONTAM-panel raamde de gemiddelde blootstelling via levensmiddelen voor volwassenen in de Europese landen op 1,9 tot 3,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week en de hoge<sup>8</sup> blootstelling op 2,5 tot 3,9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/week (EFSA, 2009). De gemiddelde blootstelling via levensmiddelen voor volwassenen in Europa benadert of overschrijdt lichtjes de TWI van 2,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw. Voor subgroepen zoals vegetariërs, kinderen, rokers en mensen die in sterk verontreinigde gebieden wonen, kan de Cd-blootstelling de TWI met ongeveer een factor twee overschrijden (EFSA, 2009).

Hoewel het weinig waarschijnlijk is dat er zich bij dit blootstellingsniveau ongewenste effecten voordoen op de nierfunctie, besloot het CONTAM-panel dat de blootstelling aan Cd van de bevolking in het algemeen moet worden gereduceerd (EFSA, 2009).

<sup>8</sup> Som van de P95 blootstelling (consument allen) voor levensmiddelen die het meeste bijdragen (granen en groenten) + gemiddelde blootstelling van de bevolking voor de andere categorieën levensmiddelen

De consumptie van levensmiddelen die zijn geproduceerd in met cadmium verontreinigde gebieden kan leiden tot overschrijding van de TWI.

De blootstelling aan cadmium via levensmiddelen is voor consumenten die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van het verbruik van groenten en vis groter dan die voor de volwassen bevolking en benadert of overschrijdt de aanvaardbare wekelijkse dosis van 2,5 µg/kg bw voor de hogere percentielen.

### **3. Conclusies**

De mediane en de 95-percentiel cadmium inname van de Belgische volwassen bevolking werd met de probabilistische benadering geraamd op 0,96 µg/kg bw/week en 2,80 µg/kg bw/week. De gemiddelde blootstelling werd geraamd op 1,27 µg/kg bw/week. De Cd inname is lager dan de TWI van 2,5 µg/kg bw voor 93% van de Belgische volwassen populatie.

De mediane en de 95-percentiel cadmium inname van de kinderen werd met de probabilistische benadering geraamd op 2,96 µg/kg bw/week en 7,3 µg/kg bw/week. De gemiddelde blootstelling werd geraamd op 4,09 µg/kg bw/week. Ongeveer 63% van de kinderen hebben een blootstelling hoger dan de TWI.

De inname van cadmium is groter voor bepaalde consumentengroepen zoals consumenten die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van het verbruik van groenten en vis, en voor mensen die levensmiddelen consumeren die zijn geproduceerd in met cadmium verontreinigde gebieden, dan die voor de volwassen bevolking en benadert of overschrijdt de aanvaardbare wekelijkse dosis van 2,5 µg/kg bw. Dit zelfde geldt voor kinderen.

De verhoogde blootstelling van consumenten, die de voedingsaanbevelingen volgen op het vlak van het verbruik van groenten en vis, (ook van volkorenbrood), mag geen reden zijn om de voedingsaanbevelingen in twijfel te trekken. De voordelen van een adequaat verbruik van groenten en fruit, en vis zijn immers duidelijk aangetoond.

De inname van de Belgische volwassen bevolking aan cadmium is vergelijkbaar met deze van andere Europese landen, met uitzondering van Frankrijk waar de blootstelling lager zou zijn.

De groepen van levensmiddelen die het meeste bijdragen aan de inname zijn graanproducten (inbegrepen pasta) en aardappelen.

### **4. Aanbevelingen**

Het Wetenschappelijk Comité is van mening dat inspanningen zouden moeten gedaan worden om de blootstelling van consumenten aan cadmium via groenten, aardappelen en granen, deegwaren in het bijzonder, te beperken.

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan om cadmium in granen en graanproducten (brood, deegwaren, koekjes, ontbijtgranen, ...) te analyseren, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen geraffineerde producten (bijvoorbeeld wit brood) en zgn. "volwaardige" producten. Het Wetenschappelijk Comité raadt ook aan om andere levensmiddelen die grote hoeveelheden cadmium kunnen bevatten, te analyseren zoals wilde paddenstoelen, noten, waaronder pijnboompitten, en olie afkomstig van zaden. Deze levensmiddelen kunnen bijdragen aan de blootstelling t.g.v. hun hoge consumptie en/of omdat ze grote hoeveelheden cadmium bevatten.

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan om cadmium in andere voedingsmiddelen te blijven monitoren. Het aantal stalen voor de analyse van zuivelproducten en eieren zou verminderd mogen worden.

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

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.

Het CONTAM panel van de EFSA (2009) beveelt aan om via biomonitoring meer precieze cadmium blootstelling van diverse Europese bevolkingsgroepen te bekomen.

Voor het Wetenschappelijk Comité,  
De Voorzitter

Prof. Dr. Ir. André Huyghebaert

Brussel, 11/12/2009

## Referenties

Akesson A., Julin B., Wolk A. 2008. Long-term dietary cadmium intake and postmenopausal endometrial cancer incidence: a population-based prospective cohort study. *Cancer Res.*, 68 (15), 6435-41.

AFSSA, 2006. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à une demande d'appui scientifique et technique concernant la contamination de denrées alimentaires d'origine animale par du cadmium provenant de la contamination de suppléments minéraux (sulfate de zinc) entrant dans la composition des aliments pour animaux. Afssa Saisine n° 2006-SA-0057.

BfR, 2009. Cadmium : New challenge for food safety ? BfR status seminar on cadmium in the food chain.

BgVV (Bundesinstitut für Gesundheitlichen Verbraucherschutz Und Veterinärmedizin), 2002. National food monitoring - Results of the German Food Monitoring of the years 1995 – 2002.

Bocio A., Nadal M., Domingo J.L. 2005. Human exposure to metals through the diet in Tarragona, Spain. *Biological Trace Element Research* 104, 193–201.

Campbell T.C., Chen J., Liu C., Li J., Parpia B. 1990. Nonassociation of aflatoxin with primary liver cancer in a cross-sectional ecological survey in the People's Republic of China. *Cancer Res.*, 50, 6882-6893.

Chaudri A. M., Zhao F. J., McGrath S. P. Crosland A. R. 1995. The Cadmium Content of British Wheat Grain. *J. Environ. Qual.*, 24, 850-855.

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>. Accessed 30 November 2006.

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.

EFSA, 2009. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. *The EFSA Journal* 980, 1-139.

Egan S.K., Bolger P.M., Carrington C.D. 2007. Update of US FDA's Total Diet Study food list and diets. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 17 (6), 573-582.

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>.

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 (International Agency for Research on Cancer), 1993. Beryllium, Cadmium, Mercury and Exposures in the Glass Manufacturing Industry. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 58. Lyon, France. 444 pp. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol58/volume58.pdf>.

INERIS, 2005. Le cadmium et ses dérivés Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – DRC-01-25590-00DF249.doc, Version N°2-3-février 05.

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), 2005. Summary and conclusions of the sixty-four meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). [ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa64\\_summary.pdf](http://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa64_summary.pdf).

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), 2006. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. [http://www.inchem.org/documents/jecfa/jeceval/jec\\_297.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jeceval/jec_297.htm).

Kellen E., Zeegers M.P., Hond E.D., Buntinx F. 2007. Blood cadmium may be associated with bladder carcinogenesis: the Belgian case-control study on bladder cancer. *Cancer Detect. Prev.* 31 (1), 77-82.

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.

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.

Leblanc J-C., Guérin T., Noël L., Calamassi-Tran G., Volatier J-C., Verger P. 2005. Dietary exposure estimates of 18 elements from the first 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. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51 (3), 838-842.

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.

McElroy J.A., Shafer M.M., Trentham-Dietz A., Hampton J.M., Newcomb P.A. 2006. Cadmium exposure and breast cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute* 98 (12), 869-873.

Monography. 2004. Risk Assessment Cadmium oxide CAS-No. 1306–9-0, EINECS No. 215–146–2. Risk Assessment Cadmium metal CAS-No 7440– 43–9, EINECS No. 231–152–8. Final Risk Assessment Report (RAR). September 2004.

Nawrot T., Plusquin M., Hogervorst J., Roels H.A., Celis H., Thijs L., Vangronsveld J., Van Hecke E., Staessen J.A. 2006. Environmental exposure to cadmium and risk of cancer: a prospective population-based study. *Lancet Oncology* 7 (2), 119-126.

Rubio C., Hardisson A., Reguera J.I., Revert C., Lafuente M.A., Gonzalez-Iglesias T. 2006. Cadmium dietary intake in the Canary Islands, Spain. *Environ. Res.*, 100 (1), 123-129.

Sand S., Victorin K., Filipsson A.F. 2008. The current state of knowledge on the use of the benchmark dose concept in risk assessment. *Journal of Applied Toxicology* 28 (4), 405-421.

SCOOP. 1996. Reports on tasks for scientific cooperation. Task 3.2.4. Dietary exposure to cadmium. European Commission, Directorate-General for industry.

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](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-11_heavy_metals_report_en.pdf). Accessed: 30 November 2006.

Takiguchi M., Yoshihara S. 2006. New aspects of cadmium as endocrine disruptor. *Environmental Science* 13 (2), 107-116.

Verougstraete V, Lison D, Hotz P. 2003. Cadmium, lung and prostate cancer: a systematic review of recent epidemiological data. *J. Toxicol. Environ. Health* 6, 227–55.

Viaene M.K., Roels H.A., Leenders J., De Groof M., Swerts L.J., Lison D., Masschelein R. 1999. Cadmium: a possible etiological factor in peripheral polyneuropathy. *Neurotoxicology*, 20, 1, 7-16.

Vose D. 2006. Risk analysis – a quantitative guide. 2nd ed. Chichester (UK): Wiley.

Vromman V., Saegerman C., Pussemier L., Huyghebaert A., De Temmerman L., Pizzolon J.C., Waegeneers N., 2008. Cadmium in the food chain near non-ferrous metal production sites. *Food Additives and Contaminants* 25 (3), 293-301.

Waegeneers N., Pizzolon J-C., Hoenig M., De Temmerman L. 2009. The European maximum level for cadmium in bovine kidneys is in Belgium only realistic for cattle up to 2 years of age. *Food Additives and Contaminants*, 26 (9), 1239-1248.

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	L. Pussemier (verslaggever), A. Huyghebaert
Externe experts	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 Cd blootstelling

Matrix	Bijdrage van levensmiddelen aan Cd blootstelling (%)
Brood	22,39
Pasta, noedels	22,49
Granen (tarwe)	0,13
Aardappelen	21,72
Look	0,02
Courgette	0,08
Tomaat	1,53
Erwten	1,13
Ui	0,31
Wortel	2,34
Radijs	0,01
Schorseneren	0,17
Prei	0,66
Selder	0,24
Knolselder	0,43
Sla (Sla, veldsla, rucola,...)	0,72
Spinazie	2,16
Venkel	0,01
Peterselie	0,01
Andijvie	0,05
Kolen (Witte kolen, bloemkolen,...)	0,70
Champignon	0,14
Aalbes	0,01
Aardbei	0,26
Druif	0,27
Gedroogde vruchten - pijnboompitten	0,03
Meloen	0,21
Honing	0,03
Melk	0,47
Kaas	0,10
Yoghurt	0,35
Eieren	0,05
Vis	4,22
Weefdieren	3,11
Schaaldieren	0,68
Eend	0,02
Konijn	0,06
Kip	0,83
Kalkoen	0,18
Kikkerbil	0,00
Slakken	0,06
Schapenvlees, lamsvlees	1,13
Varkensvlees	0,67
Rundvlees	0,86
Kalfsvlees	0,18
Lever (paard, wild, rund)	0,26
Nier (paard, wild, rund)	0,28

<b>Paardenvlees</b>	0,27
<b>Wildvlees</b>	0,06
<b>Fruitsap</b>	3,35
<b>Mineraal water (FAL, 2000-2003)</b>	1,18
<b>Chocolade</b>	3,38
<b>Totaal</b>	100,00

## Bijlage 2 : Deterministische blootstellingschatting van kinderen (2,5 - 6,5 jaar) aan cadmium

Matrix	Gemiddelde consumptie (kg/kgbw/dag)	Blootstelling* (µg/kg bw/week)	% TWI	Bijdrage aan de blootstelling (%)
Brood	4,46E-03	0,59	23,74	20,06
Pasta, noedels, granen (tarwe)	1,26E-03	0,46	18,39	15,54
Aardappelen	4,66E-03	0,67	26,73	22,58
Look	4,44E-06	0,0003	0,01	0,01
Courgette	3,23E-05	0,001	0,05	0,04
Tomaat	6,79E-04	0,02	0,95	0,80
Erwten	1,82E-04	0,06	2,54	2,15
Ui	1,95E-04	0,01	0,27	0,23
Wortel	7,16E-04	0,12	4,61	3,90
Radijs	3,53E-07	0,0000	0,00	0,00
Schorseneren	2,05E-05	0,01	0,24	0,20
Prei	1,98E-04	0,03	1,02	0,86
Selder	8,42E-05	0,03	1,01	0,86
Sla (Sla, veldsla, rucola,...)	5,85E-05	0,00	0,18	0,15
Spinazie	3,25E-04	0,15	5,95	5,03
Venkel	2,05E-06	0,0001	0,00	0,00
Peterselie	6,25E-07	0,0001	0,00	0,00
Andijvie	1,47E-05	0,0005	0,02	0,02
Kolen (Witte kolen, bloemkolen,...)	3,79E-04	0,01	0,53	0,45
Champignon	8,44E-05	0,0030	0,12	0,10
Aalbes	5,60E-07	0,0000	0,00	0,00
Aardbei	1,90E-05	0,0007	0,03	0,02
Druif	9,80E-05	0,0034	0,14	0,12
Meloen	2,55E-05	0,0009	0,04	0,03
Honing	2,08E-05	0,0004	0,01	0,01
Melk	1,57E-02	0,05	2,19	1,85
Kaas	1,55E-03	0,01	0,43	0,37
Yoghurt	6,31E-03	0,04	1,77	1,49
Eieren	2,90E-04	0,00	0,04	0,03
Vis	5,20E-04	0,09	3,64	3,07
Weekdieren	6,08E-06	0,01	0,31	0,26
Schaaldieren	2,56E-05	0,0045	0,18	0,15
Eend	3,41E-05	0,0012	0,05	0,04
Konijn	6,22E-06	0,0002	0,01	0,01
Kip	7,79E-04	0,03	1,09	0,92
Kalkoen	2,08E-04	0,01	0,29	0,25
Slakken	9,36E-07	0,0006	0,02	0,02
Schapenvlees, lamsvlees	3,89E-05	0,0014	0,05	0,05
Varkensvlees	1,76E-03	0,06	2,47	2,09
Rundvlees	1,41E-03	0,05	1,98	1,67
Kalfsvlees	2,97E-05	0,0010	0,04	0,04
Lever (paard, wild, rund)	4,02E-05	0,06	2,47	2,09
Nier (paard, wild, rund)	0,00E+00	0,0000	0,00	0,00
Paardenvlees	3,47E-05	0,01	0,30	0,25
Wildvlees	1,24E-05	0,0004	0,02	0,01

<b>Fruitsap</b>	9,65E-03	0,34	13,52	11,42
<b>Mineraal water (FAL, 2000-2003)</b>	1,36E-02	0,02	0,76	0,64
<b>Melkpoeder</b>	2,53E-04	0,0027	0,11	0,09
<b>Totaal</b>		<b>2,96</b>	<b>118,34</b>	

\*Blootstelling = gemiddelde consumptie \* mediane concentratie \* 7 \* 1000