



Rapport over de evolutie van de waterkwaliteit van de Maas 1998–2007 op basis van de resultaten van het homogeen meetnet

October 2011

Internationale Maascommissie

Esplanade de l'Europe 2

B-4020 LUIK

T : 32 4 340 11 40

secr@meuse-maas.be

www.meuse-maas.be

Rapport over de evolutie van de waterkwaliteit van de Maas 1998–2007 op basis van de resultaten van het homogeen meetnet

Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
2. Het homogeen meetnet	5
2.1. Doelstellingen	5
2.2. Keuze van de parameters	6
2.3. Keuze van de bemonsteringspunten	6
2.4. Meetfrequentie.....	7
3. Resultaten.....	7
3.1. Fysisch-chemische kwaliteit	7
3.2. Waterfase	7
3.2.1. Algemene parameters	7
3.2.2. Organische stoffen en anorganische stoffen	11
3.2.3. Zware metalen.....	13
3.2.4. Organische microverontreinigingen.....	16
3.2.5. Bestrijdingsmiddelen	19
3.2.6. Eutrofiërende stoffen	23
3.3. Concentraties verontreinigende stoffen in zwevende stof	27
3.3.1. Zware metalen.....	28
3.3.2. PAK	30
3.3.3. Minerale oliën	31
3.3.4. PCB Totaal	32
3.4. Biologische kwaliteit	32
4. Synthese en conclusies	39
Bijlagen	42

1. Inleiding

Dit rapport beschrijft de waterkwaliteit van de Maas op basis van de resultaten van de metingen die in het kader van het homogeen meetnet van de Maas gedurende 10 jaren zijn uitgevoerd volgens een tussen de verschillende landen en gewesten van het Maas stroomgebied gecoördineerde methodiek. Doel is de evolutie van de waterkwaliteit en van het ecosysteem van bron tot monding, evenals de evolutie in de tijd tussen 1998 en 2007 te beschrijven.

2. Het homogeen meetnet

2.1. Doelstellingen

De Maas is een ecosysteem waarvan het evenwicht beïnvloed wordt door vele parameters:

- de vele hydromorfologische ingrepen van de waterloop;
- de geologische kenmerken van het stroomgebied;
- de meteorologische omstandigheden;
- de fysische, chemische en biologische processen (adsorptie of resuspensie van stoffen, bezinking, sedimentatie, verdamping, wisselwerking met het grondwater en de atmosfeer, chemische reacties ...);
- de aanvoer uit punt- en diffuse bronnen door menselijke activiteiten in het stroomgebied.

De opvolging van de waterkwaliteit werd al van bij de opstart van de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Maas¹ (ICBM), die vandaag Internationale Maascommissie² (IMC) heet, als een prioriteit beschouwd. In maart 1998 werden de doelstellingen van het meetnet in het Actieprogramma Maas 1998-2003 vastgelegd. Het ging daarbij vooral om:

1. het doen van wetenschappelijk correcte uitspraken over de stand van zaken m.b.t. parameters die relevant zijn voor de fysisch-chemische en biologische kwaliteit van de Maas;
2. het toetsen van de resultaten aan de gemeenschappelijke kwaliteitsdoelstellingen en, in afwachting daarvan, aan de huidige kwaliteitsdoelstellingen bij elk van de Partijen³;
3. het volgen van de evolutie van de kwaliteit van de Maas in tijd en ruimte;
4. het berekenen van vrachten in de rivier;
5. het volgen van de effecten van het Actieprogramma "Maas", teneinde dit eventueel te kunnen bijsturen.

In de loop van deze tien jaren werd concrete invulling gegeven aan de punten 1, 3 en 5, die men samenvattend zou kunnen omschrijven als **"het mogelijk maken van een wetenschappelijk onderbouwde beschrijving van de waterkwaliteit van de Maas in tijd en ruimte waarmee de effecten van het Actieprogramma Maas kunnen worden vastgesteld"**.

¹ Frankrijk, Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Wallonië, Vlaanderen en Nederland

² Frankrijk, Luxemburg, Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Wallonië, Vlaanderen, Nederland, Duitsland en België

³ Frankrijk, Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Wallonië, Vlaanderen en Nederland

2.2. Keuze van de parameters

Met betrekking tot de fysisch-chemische monitoring werd de keuze van de parameters en stoffen gemaakt rekening houdend met de lijsten die in de verschillende richtlijnen of ontwerprijtlijnen, meer bepaald van OSPARCOM, HELCOM en de Noordzeeconferenties, waren opgenomen. In 1998 hebben de Partijen een lijst met Maasrelevante parameters en stoffen opgesteld. Op basis van de ervaring opgedaan met de eerste exploitatiejaren van het meetnet werd de lijst herzien aangezien verschillende parameters niet relevant werden geacht voor de opvolging op lange termijn (zie bijlage 1).

In 2002 werd besloten om de monitoring van de waterkwaliteit aan te vullen met metingen op zwevende stof. Zo hebben de Partijen een lijst van specifieke stoffen voor dit soort monitoring vastgesteld (zie bijlage 2).

Met betrekking tot de biologische monitoring heeft de Commissie besloten een opvolging van de macro-invertebraten te organiseren en om de analyse en de interpretatie van de resultaten aan het Laboratoire des Interactions Ecologie, Biodiversité, Ecosystèmes (LIBE) van de Universiteit van Metz, Frankrijk toe te vertrouwen. Hiervoor zijn de delegaties een zeer volledige taxonomische identificatielijst overeengekomen waarbij het vereiste identificatieniveau kan dalen tot op soort (zie bijlage 3).

2.3. Keuze van de bemonsteringspunten

De bemonsterings- en meetpunten zijn door de Partijen aan de IMC voorgesteld en maken deel uit van de monitoringsmeetnetten die zij al jarenlang exploiteren (zie bijlage 4). Zo zijn 17 meetpunten in het HMN opgenomen. In 2000 werd geconstateerd dat op bepaalde delen van de Maas de meetpunten zeer dicht bij elkaar lagen en dat de meetwaarden slechts kleine verschillen vertoonden voor bepaalde parameters.

Rekening houdend met de randvoorwaarden van het biologisch meetnet en de relatie met andere meetnetten heeft de IMC besloten om voor de fysisch-chemische parameters het meetnet te beperken tot 14 stations, zijnde:

- voor Frankrijk Brixey-aux-Chanoines, St. Mihiel, Inor en Ham-sur-Meuse,
- voor Wallonië Hastière, Tailfer, Andenne, Luik-Fragnée en Wezet,
- voor Vlaanderen Kinrooi,
- voor Nederland Eijsden, Belfeld, Keizersveer en Haringvliet.

De meetpunten Goncourt, Donchéry en Lanaken werden niet meer in het HMN opgenomen.

Bovendien werden sinds 2002, om de samenstelling van de zwevende stof te analyseren en om de informatie over de kwaliteit van de rivier te vervolledigen, metingen op de zwevende stof uitgevoerd in 7 stations die deel uitmaken van het monitoringsmeetnet voor de waterkwaliteit. De gekozen stations zijn: voor Frankrijk: Inor en Ham-sur-Meuse, voor Wallonië Hastière en Andenne, voor Vlaanderen Kinrooi en voor Nederland Eijsden en Keizersveer.

Voor de biologische monitoring bestaat het meetnet uit 16 stations, namelijk: voor Frankrijk Goncourt, Brixey-aux-Chanoines, Saint-Mihiel, Inor, Donchery, Ham-sur-Meuse, voor Wallonië

Heer, Lustin, Namèche-Gives, Chokier, Hermalle-Lixhe, voor Vlaanderen Lanaken en Kinrooi en voor Nederland Eijsden, Belfeld en Keizersveer.

2.4. Meetfrequentie

Bij de instelling van het homogeen meetnet werd de reguliere frequentie vastgelegd op één meting om de vier weken, dus 13 keer per jaar. Meer nog dan de keuze van de meetstations en vooral de parameters, hangt de keuze van de meetfrequentie af van de doelstellingen die met het meetnet worden nagestreefd. De focus lag op de doelstelling "inventaris"; met andere woorden, men wilde zich met een bepaalde nauwkeurigheid over de gemiddelde samenstelling kunnen uitspreken.

In het verleden zijn reeds berekeningen buiten de Commissie gedaan om de te respecteren frequentie te bepalen die het mogelijk maakt statistisch representatieve uitspraken over de waterkwaliteit van de Maas te doen. Uit onderzoek van de resultaten van de berekeningen is gebleken dat de frequentie van "vier weken" een goede aanpak is voor het grootste deel van de stoffen.

Om het biologische meetnet te ondersteunen werd in 2000 besloten om te meten om de twee weken voor chlorofyl *a* en de vermestende stoffen. Dit in de periode van 1 maart tot en met 31 oktober (groeiperiode) voor de meetpunten van Inor, Ham, Tailfer, Andenne, Eijsden en Keizersveer.

De monitoring van de zwevende stof is gebaseerd op twee bemonsteringen per jaar, namelijk één in het voorjaar en één in het najaar.

Met betrekking tot de biologische monitoring bedraagt de frequentie 2 bemonsteringen per jaar. Dit om de drie jaar in de 16 gekozen stations. Gelet op het niet-kwantificeerbare verschil tussen de metingen in het voorjaar en het najaar hebben enkele delegaties ervoor gekozen om slechts één monster per jaar te nemen.

3. Resultaten

3.1. Fysisch-chemische kwaliteit

Bij gebrek aan andere gezamenlijke doelstellingen dan die van de KRW en de Richtlijn 2008/105/EG van 16 december 2008 (zgn. « Dochterrichtlijn ») inzake milieukwaliteitsnormen (MKN) op het gebied van het waterbeleid, werden de resultaten getoetst aan de onderste limietwaarde van de groene klasse van het Franse Evaluatiesysteem voor de waterkwaliteit van waterlopen (SEQ Eau - versie 2) met een hoge hardheid (TH>20°F) m.b.t. de biologische geschiktheid. Dit systeem werd als referentie gekozen omdat het aansluit bij de Kaderrichtlijn vanuit biologisch en toxicologisch oogpunt voor de hele Maas. Deze waarden leggen geen normen vast, maar zijn een toetswaarde voor het Homogeen Meetnet van de Maas.

3.2. Waterfase

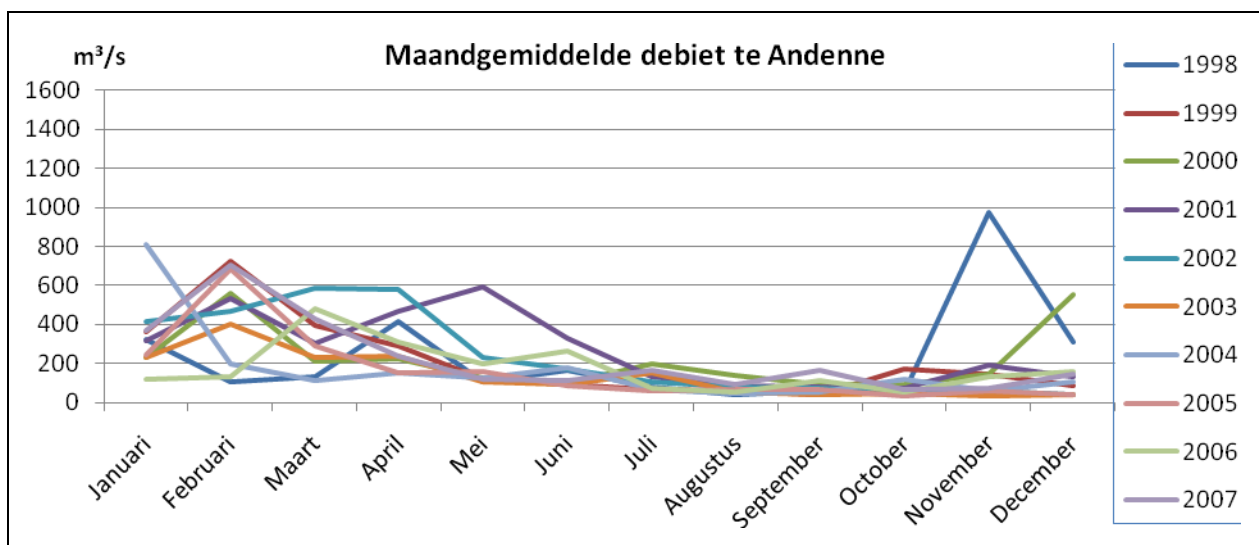
3.2.1. Algemene parameters

- **Afvoer**

De Maas is een typische regenrivier; de afvoer is afhankelijk van de neerslag en kan per seizoen en jaar sterk verschillen. Een deel van het stroomgebied van de Maas kent heuvelachtige gebieden met een slecht doorlatende ondergrond en geringe bergingscapaciteit. Hierdoor komt de neerslag in het stroomgebied relatief snel in de Maas terecht waardoor grote hoogwaterafvoeren ontstaan. De geringe berging van regenwater in de bodem langs het traject van de middenloop heeft tot gevolg dat de afvoer klein is in drogere periodes. Hoge afvoeren vinden over het algemeen plaats in de winter en het voorjaar (Fig. 2.1). De rivier kan plotseling zeer sterk wassen wat leidt tot hoogwater die enkele dagen tot een paar weken duurt.

In het kader van het homogeen meetnet worden om de vier weken de gemiddelde dagafvoeren gemeten. In de beschouwde periode (1998-2007) werd slechts enkele malen een gemiddelde dagafvoer van meer dan 1000 m³/s opgetekend. Op alle meetpunten, m.u.v. Inor en Keizersveer, werden de hoogste afvoeren in 1998-1999 genoteerd. De hoogste waarde betreft een daggemiddelde afvoer van 1834 m³/s op 27/12/1999 in Eijsden.

Met uitzondering van de jaren 2000 en 2002 daalt de afvoer in de zomer onder 50 m³/s in Eijsden en Kinrooi, als gevolg van de waterafname ten behoeve van de kanalenstelsels (Albertkanaal, Zuid-Willemsvaart en Julianakanaal). In 2003 duurde deze droogteperiode uitzonderlijk lang, namelijk van 24/6/2003 tot 21/10/2003. In dat jaar werd als absoluut minimum een daggemiddelde debiet van 15 m³/s gemeten in Eijsden op 30/9/2003. Nog lager was het debiet op 30/8/2005 in Kinrooi: 13,7 m³/s. Deze waarden benaderen het absolute minimum van 10m³/s dat krachtens het Maasafvoeroverdrag tussen Nederland en Vlaanderen steeds gegarandeerd moet zijn voor de Grensmaas.



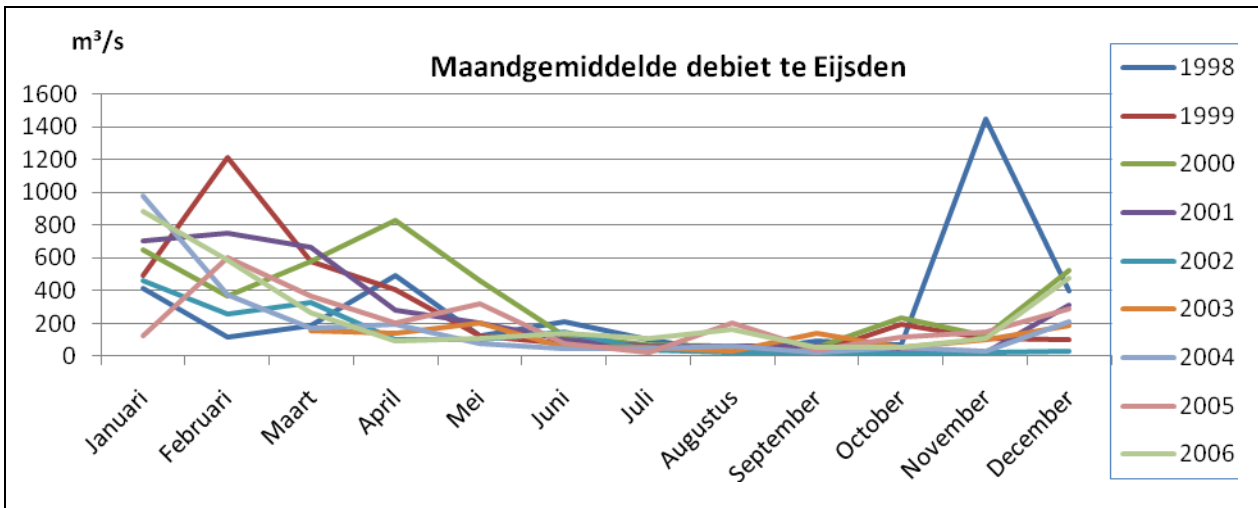


Fig. 1: Evolutie van het maandgemiddelde debiet voor twee stations van het HMN

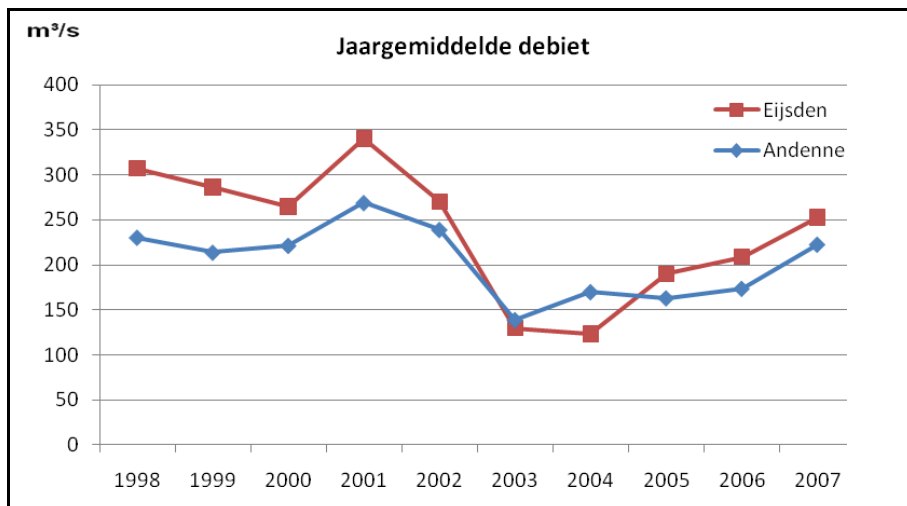


Fig. 2: Evolutie van het jaargemiddelde debiet voor twee stations van het HMN

- **Zuurstofconcentratie**

De groene klasse van het SEQ-Eau wordt voor opgeloste zuurstof bereikt vanaf een zuurstofgehalte van 6 mg/l O₂. Stroomopwaarts van Luik daalt het zuurstofgehalte slechts zeer zelden onder deze waarde. Dit was slechts één enkele keer het geval in Ham-sur-Meuse (5,2 mg/l O₂ in 2002), Hastière (5,4 mg/l O₂ in 2000) en Andenne (4,7 mg/l O₂ in 1999). Stroomafwaarts van Luik, in Eijsden, daarentegen, wordt elk jaar een minimale waarde onder deze drempel opgetekend, behalve in 2004. Met uitzondering van 2004 varieert de P10-waarde voor opgeloste zuurstof in dit station tussen 3,1 en 5,9 mg/l O₂. Door het snelstromend karakter van de Grensmaas herstelt het zuurstofgehalte zich snel voorbij Maastricht. In Kinrooi daalt het zuurstofgehalte dan ook nooit onder 6 mg/l O₂. De P10 bedraagt er, naargelang van het jaar, 6,9 tot 9,3 mg/l O₂. Met uitzondering van Eijsden kan dus gesteld worden dat de zuurstofconcentratie van de Maas grotendeels voldoet. In de beschouwde periode (1998-2007) zijn de lengteprofielen voor deze concentratie vrij stabiel in de verschillende stations.

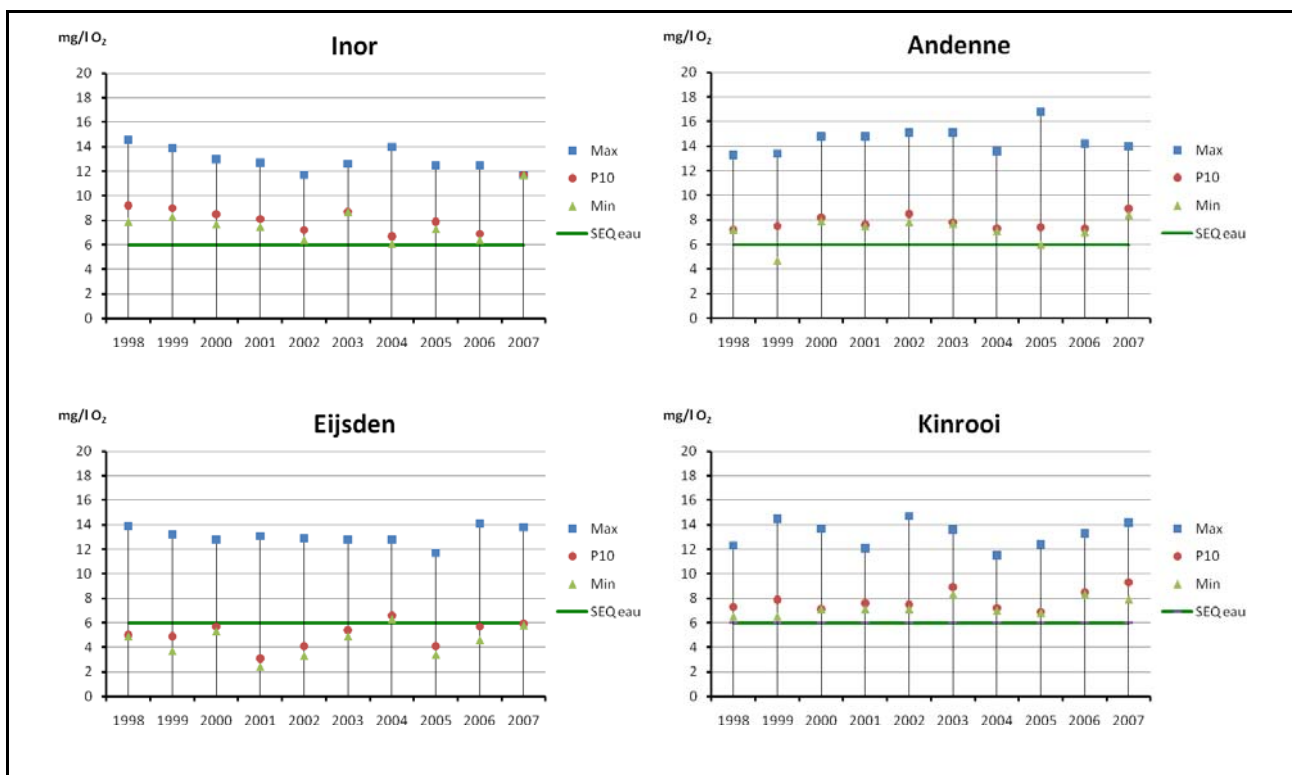


Fig. 3: Lengteprofiel van de zuurstof concentratie voor enkele stations van het HMN

- **Zwevende stof**

In oppervlaktewater komt zwevend stof vooral voort uit erosie in het stroomgebied, het opnieuw in suspensie brengen van waterbodems, organisch materiaal en lozingen van industrieel en stedelijk afvalwater [Fig. 4]. Hun concentratie in het water hangt dus sterk af van de meteorologische en hydrologische omstandigheden. De meeste zware metalen en organische microverontreinigingen (bv. PAK en PCB) worden geabsorbeerd door het zwevend stof, dat zich dan door sedimentering/sedimentatie in de vorm van (toxisch) sediment opstapelt. Deze sedimenten kunnen, bij hoogwater, terug in suspensie gebracht worden, en in stroomafwaartse richting verplaatst worden.

De drempelwaarde voor de groene klasse van het SEQ Eau is voor zwevend stof 50 mg/l. Op alle meetpunten wordt deze waarde elk jaar minstens éénmaal benaderd of overschreden. De P90-waarde voldoet soms wel, soms niet ; enkel Keizersveer voldoet in alle jaren voor deze sterk schommelende parameter. De meeste overschrijdingen worden opgetekend in Andenne, Eijsden en Kinrooi.

Stroomopwaarts van Luik stijgt het zwevend stofgehalte slechts zelden boven 100 mg/l. De hoogste waarde die hier opgetekend werd, was 124 mg/l in 2002 in Ham-sur-Meuse en in 1999 in Andenne. Stroomafwaarts van Luik kunnen de gehalten oplopen tot meer dan 200 mg/l, met als absoluut maximum 237 mg/l in 1998 in Kinrooi.

De grafieken voor zwevend stof laten geen schommelingen zien in de beschouwde periode. De polluenten in de zwevende stof in de Maas worden hieronder behandeld (§ 3.3)).

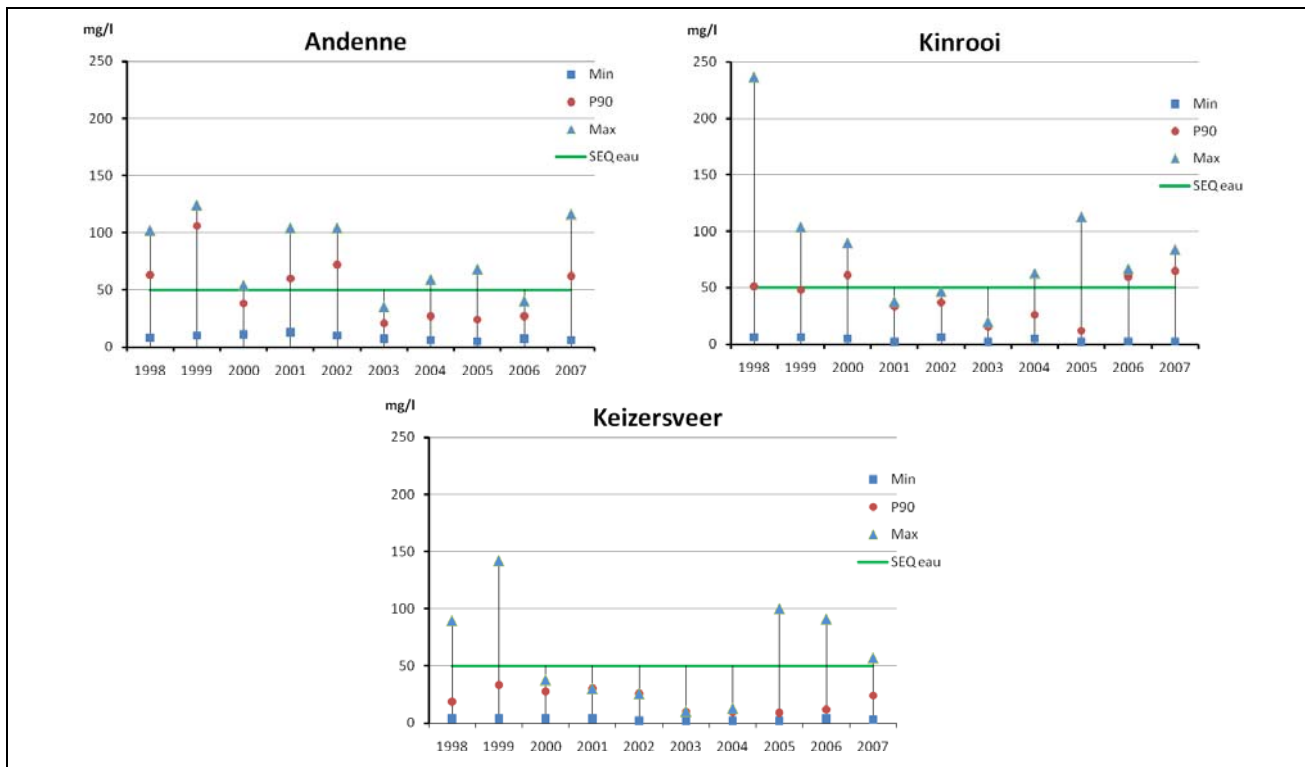


Fig. 4: Lengteprofiel van de zwevende stof concentratie voor enkele stations van het HMN

3.2.2. Organische stoffen en anorganische stoffen

- **Organische stoffen**

Naast de natuurlijke aanvoer van organisch materiaal zijn ook lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater bronnen van organisch materiaal. De micro-organismen (m.n. heterotrofe bacteriën) verwijderen de bio-afbreekbare stoffen. Dit is een zuurstofverbruikende activiteit en kan in het geval van een ernstige verontreiniging zuurstoftekorten teweegbrengen. De concentratie organische stoffen kan rechtstreeks worden gemeten (bepaling van de opgeloste organische koolstof) dan wel indirect via de door hun biologische (BZV, biologisch zuurstofverbruik) dan wel chemische (CZV, chemisch zuurstofverbruik) afbraak verbruikte zuurstof.

Voor het CZV worden waarden tussen 20 en 30 mg O₂/l als aanvaardbaar beschouwd, en slechts enkele metingen hebben deze waarden in de beschouwde periode overschreden. De grafieken tonen aan dat de gemiddelde waarden van deze parameter in de loop van de tijd geleidelijk aan dalen over de hele waterloop. Deze daling, die meer opvalt wanneer men zich dichterbij de bron bevindt, zwakt longitudinaal af en wordt bij de monding heel gering. Een gelijkaardige trend is ook zichtbaar in de opgetekende maximale waarden. Deze verbetering is onder meer het resultaat van het beleid m.b.t. de zuivering van stedelijk afvalwater dat al jaren wordt gevoerd en is versterkt door de implementatie van de Europese richtlijn 91/271/EEG inzake de behandeling van stedelijk afvalwater.

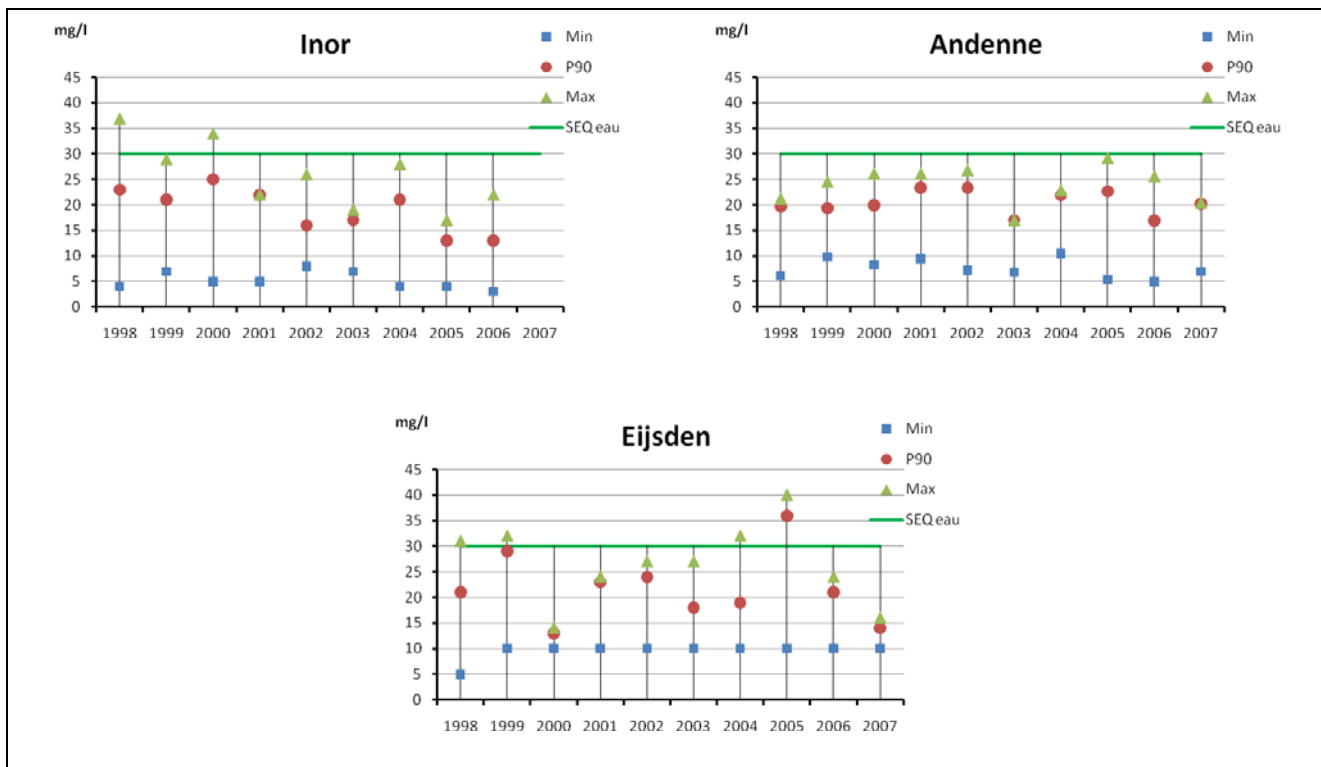


Fig. 5: Lengteprofiel van het Chemisch Zuurstofverbruik (CZV) voor enkele stations van het HMN

- **Anorganische stoffen**

Industrieel afvalwater is de belangrijkste bron van soms te grote hoeveelheden anorganische stoffen zoals chloriden, sulfaten en fluoriden in het water. Het lengteprofiel van deze stoffen in de Maas kan dan ook wijzen op de aanwezigheid van industriële lozingen. Zo blijven de fluorideconcentraties in de rivieren waar het stroomgebied aan heel weinig industriële druk onderhevig is, over het algemeen lager dan 0,05 mg/l.

Over het algemeen zijn de fluorideconcentraties relatief stabiel voor alle meetstations met uitzondering van de stations van Eijsden en Keizersveer waar men een daling ziet van de voor deze parameter opgetekende maximale waarden.

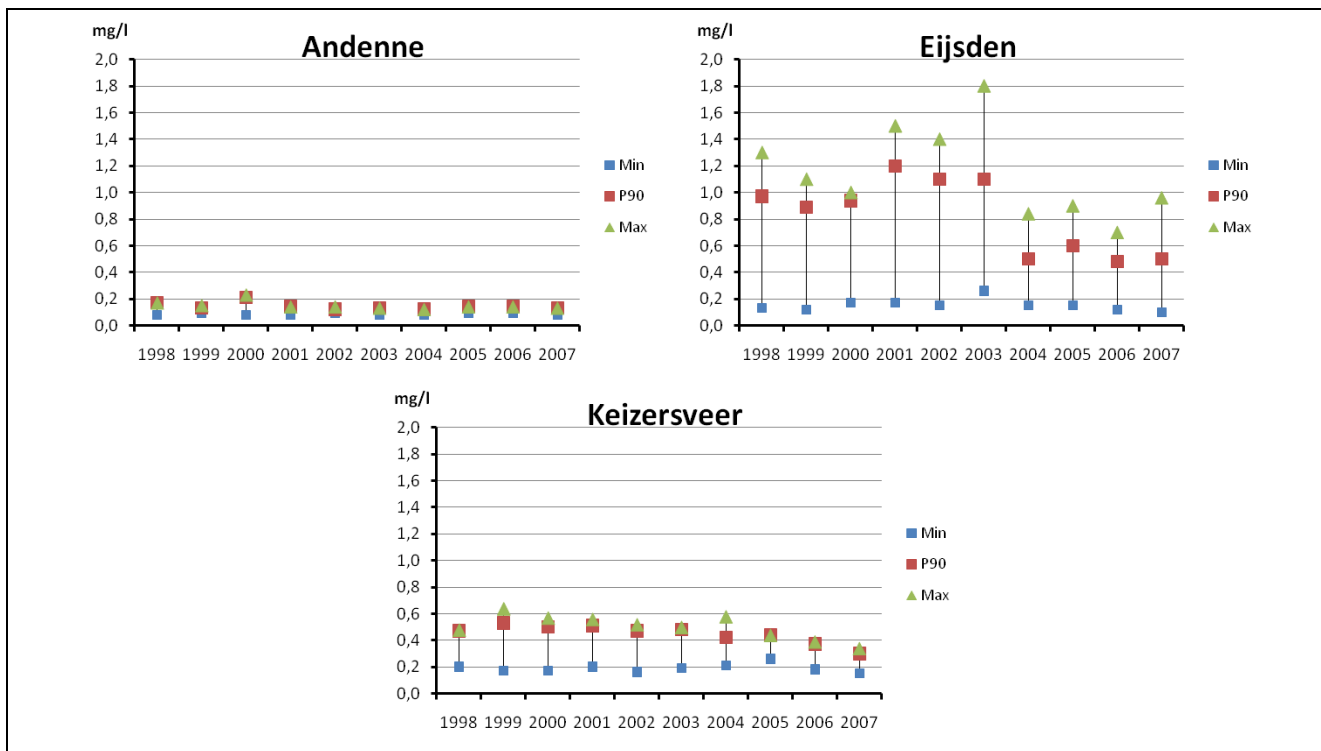


Fig. 6: Lengteprofiel van de fluorconcentratie voor enkele stations van het HMN

Het lengteprofiel van de chlorideconcentraties is relatief stabiel in de tijd. Toch kon, ter hoogte van de stations van Eijsden en Kinrooi, na een geleidelijke stijging van de chlorideconcentraties sinds het begin van de jaren 2000, een duidelijke daling worden opgetekend vanaf 2005.

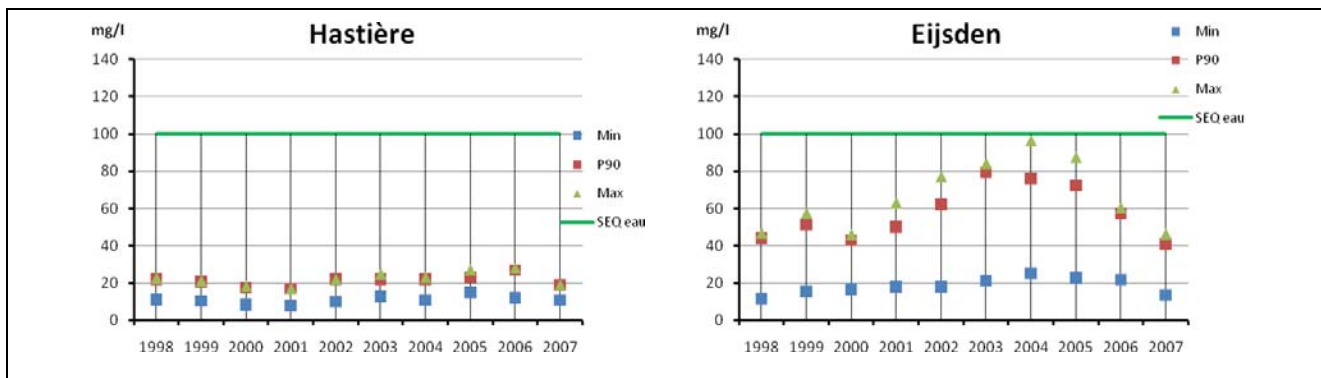


Fig. 7: Lengteprofiel van de chloride concentratie voor enkele stations van het HMN

3.2.3. Zware metalen

De toxiciteit van metalen verschilt naar gelang van het organisme en vaak ook in functie van de fysisch-chemische eigenschappen van het water. Voor vissen is bijvoorbeeld koper zeer toxisch omdat het hun opname van calcium- en natriumionen verstoort. Industriële en huishoudelijke lozingen vormen de grootste verontreinigingsbronnen door zware metalen zoals kwik, zink, koper, lood, chroom en cadmium. Voor zink zijn daarbij ook de diffuse bronnen significant. Te denken

valt bijvoorbeeld aan corrosie van zinken bouwmaterialen en straatmeubilair, afspoeling van landbouwgronden of slijtage van autobanden.

Eigenlijk zijn alle zware metalen belangrijk voor de waterkwaliteit maar omdat hun gedrag in het aquatische milieu veel overeenkomsten vertoont, worden hier slechts drie metalen, als voorbeeld, getoond.

- **Zink**

Oppervlaktewater wordt met zink belast door diffuse bronnen, effluenten en industriële lozingen. Zink komt ook van nature voor in verschillende gesteenten. De toxiciteit verschilt sterk naargelang van het organisme, en neemt af met de hardheid van het water.

De drempelwaarde voor de groene klasse van het SEQ-Eau bedraagt 14 µg/l. In Ham-sur-Meuse wordt deze norm (getoetst aan de P90) nog in ongeveer één jaar op de twee gehaald. Vanaf Hastière is dat in geen enkel jaar nog het geval. Zelfs het gemiddelde ligt in elk station en voor elk jaar boven deze drempelwaarde. De hoogste waarden worden gemeten stroomafwaarts van Luik, met als maxima 328 µg/l in 2002 in Eijsden, 556 µg/l in 1998 in Kinrooi en 240 µg/l in 2005 in Keizersveer.

De jaargemiddelde concentraties lijken van Andenne tot Kinrooi iets lager te zijn in de periode 2003-2007 ten opzichte van de periode 1998-2002. Dit zou kunnen wijzen op een verminderde emissie.

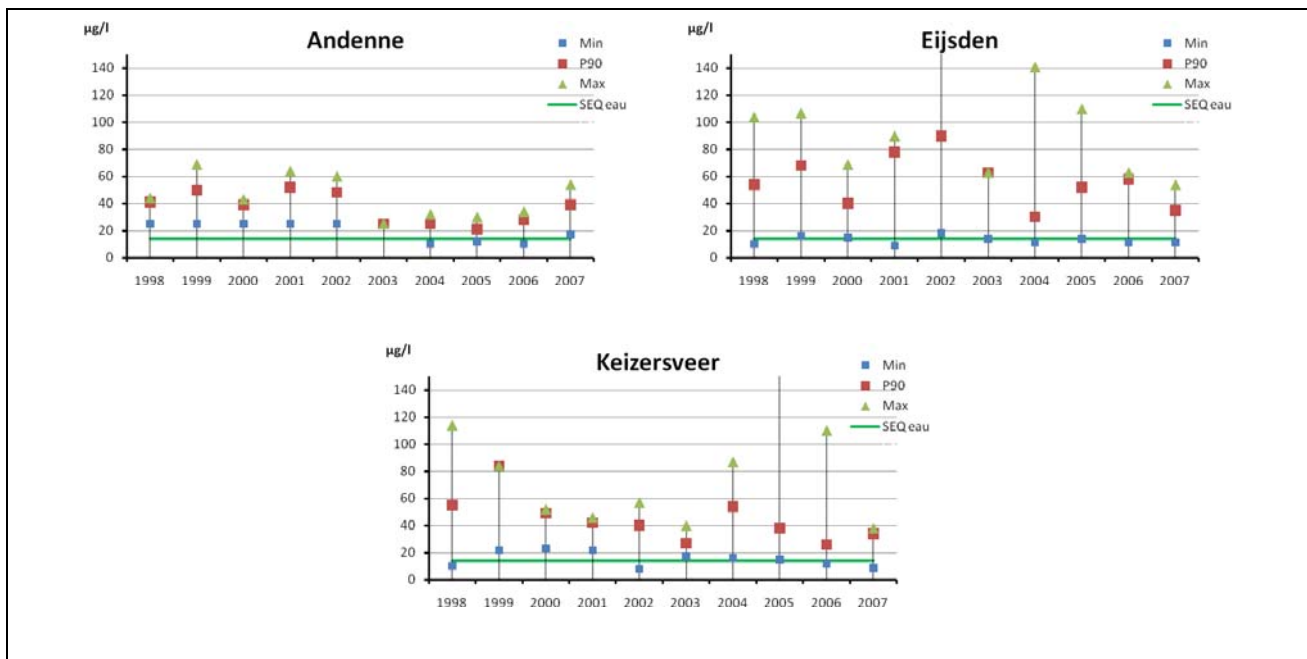


Fig. 8: Lengteprofiel van de zink concentratie voor enkele stations van het HMN

- **Cadmium**

De belasting van cadmium is grotendeels afkomstig van de non-ferro industrie, de chemie en de metaalverwerkende nijverheid. In mindere mate komt cadmium ook in het water terecht via het

huishoudelijk afvalwater en diffuse bronnen zoals afspoeling van landbouwgronden, na het uitrijden van mest dat sporen aan cadmium bevat. De toxiciteit van dit metaal varieert sterk tussen organismen en de hardheid van het water. Vooral stromingsminnende soorten zijn gevoelig voor te hoge cadmiumconcentraties, maar ook terrestrische soorten (vooral wormeters) ondervinden hinder van hoge cadmiumconcentraties in de sedimenten van het winterbed.

Stroomopwaarts van Namen is cadmium in de regel in zeer lage concentraties aanwezig in het Maaswater. Vanaf Andenne worden wel af en toe hogere concentraties gemeten. Opvallend op dat meetpunt is een zeer hoge piek van 11 µg/l in 2003. Stroomafwaarts van Luik is cadmium een vast gegeven in het Maaswater. Op de grafieken is te zien dat vanaf 2002 en vooral 2004 elk jaar hogere waarden werden bereikt in Eijsden. Dit culmineerde met een maximum van 16,7 µg/l in 2006.

In datzelfde jaar werd zelfs een nog hogere waarde gemeten: 27 µg/l in Kinrooi. Ook in Keizersveer was deze vervuiling meetbaar met hoge maxima in 2005 en 2006. Deze zware vervuiling kwam zo in 2006 uiteindelijk aan het licht, en de bron kon getraceerd worden tot in Engis, een industriële voorstad stroomopwaarts van Luik. Welk bedrijf precies verantwoordelijk was, kon echter niet achterhaald worden. In 2007 werden in Eijsden terug gehalten gemeten die overeenkomen met wat gemeten werd in de periode 1998-2001, met name een gemiddelde van 0,189 µg/l, een P90 van 0,360 µg/l en een maximum van 0,580 µg/l. In Kinrooi werd in dat jaar echter nog wel een uitschieter van 2,2 µg/l opgetekend.

De drempelwaarde van de groene klasse van het SEQ-Eau voor hard water is 0,09 µg/l. Getoetst aan de P90, wordt deze waarde vanaf Andenne op alle meetpunten jaar in jaar uit overschreden. In Andenne is dat echter in de meeste jaren omdat de kwantificeringsgrens boven de drempelwaarde van het SEQ-EAU ligt.

De gemeten waarden kunnen niet getoetst worden aan de MKN (milieukwaliteitsnorm) die is vastgesteld in de richtlijn: de norm die de Europese dochterrichtlijn voorschrijft, verwijst immers naar opgelost cadmium en is dus moeilijk te toetsen aan de meetgegevens van het homogeen meetnet die de totale concentratie van metaal (opgelost + particulier) betreffen.

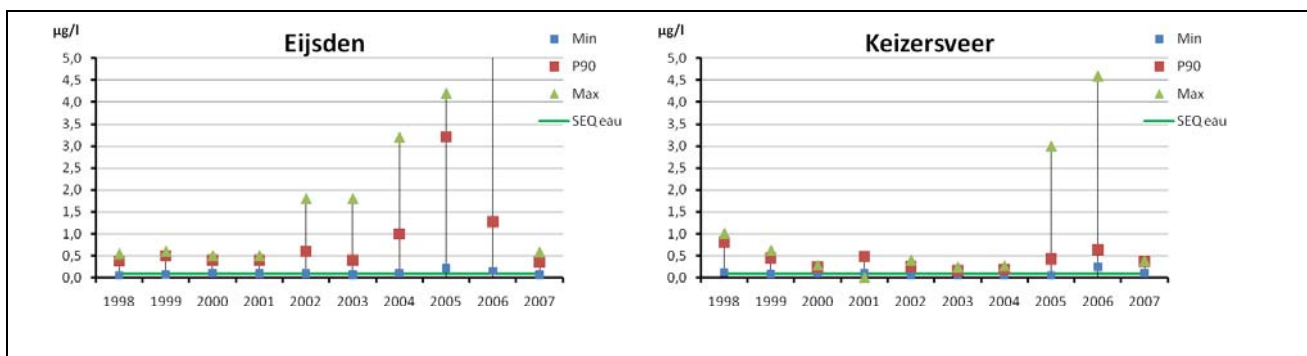


Fig. 9: Lengteprofiel van de cadmium concentratie voor enkele stations van het HMN

- **Koper**

Koper is een essentieel mineraal voor alle levende organismen, maar te hoge concentraties zijn giftig. Van nature komt dit metaal slechts in zeer lage concentraties in het oppervlaktewater

voor (circa 0,06 µg/l), terwijl menselijke activiteiten het oppervlaktewater met grote hoeveelheden koper kunnen belasten. Koper wordt voornamelijk gebruikt in de elektrische sector, de woningbouw en de productie van chemische stoffen. In diverse onderzoeken werd accumulatie van koper in organismen vastgesteld, de bioaccumulatiefactoren variëren echter sterk tussen de soorten.

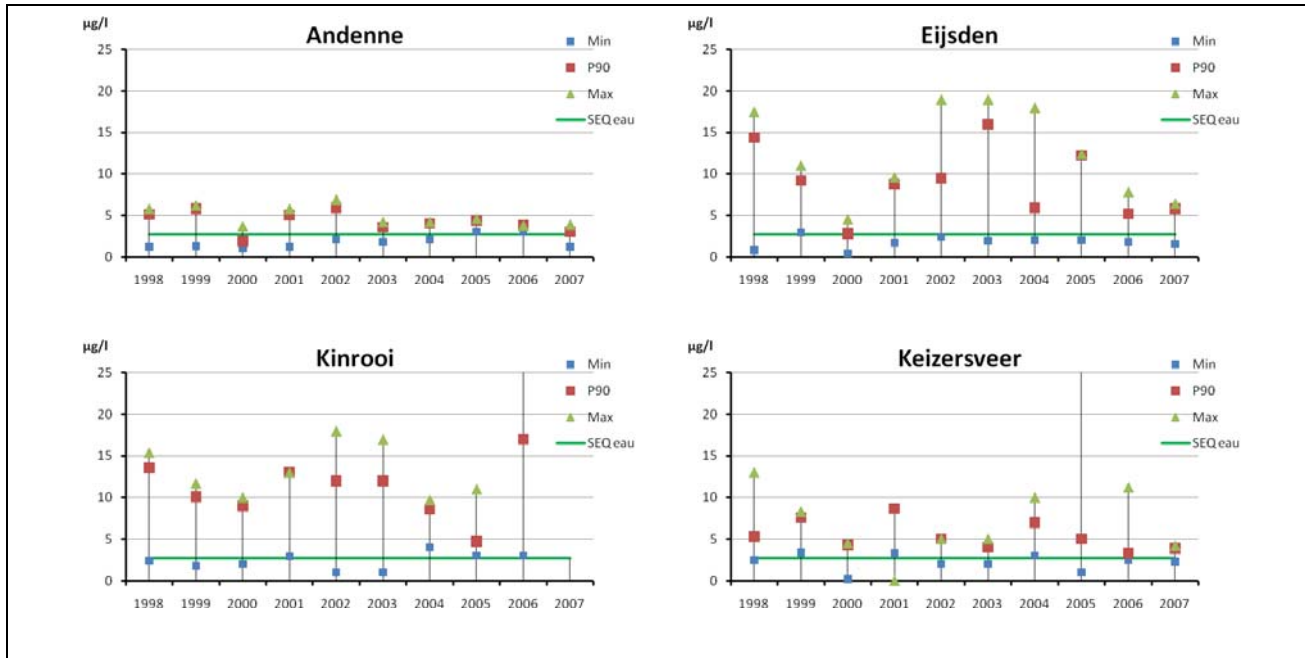


Fig.10: Lengteprofiel van de koper concentratie voor enkele stations van het HMN

3.2.4. Organische microverontreinigingen

De organische microverontreinigingen vormen een risico voor heel wat aquatische soorten en kunnen ook problematisch zijn voor het gebruik van het water van de Maas als bron voor drinkwaterbereiding. De organische microverontreinigingen die door het homogeen meetnet gemonitord worden, zijn de bestrijdingsmiddelen lindaan, simazine, atrazine, desethylatrazine, diuron, isoproturon en endosulfan α (sinds 2002), en de stofgroepen van de polycyclische en monocyclische aromatische koolwaterstoffen (resp. PAK en MAK). Al deze stoffen vormen (vaak incidenteel) een waterkwaliteitsprobleem en daarnaast staan de meeste op de lijst van prioritare stoffen van de Kaderrichtlijn Water. Diuron en isoproturon zijn bovendien Maasrelevante stoffen, wat betekent dat deze stoffen worden beschouwd als problematisch in het Maasstroomgebied en een grensoverschrijdende coördinatie moet worden overwogen om hun emissies terug te dringen.

De PAK (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) omvatten 11 stoffen die gemonitord worden. Deze groep van verontreinigingen komt in zijn geheel voor op de lijst van prioritare stoffen van de KRW. 5 specifieke PAK worden bovendien als Maasrelevante stoffen beschouwd.

Aangezien de hier behandelde verbindingen deel uitmaken van de lijst van prioritare stoffen van de KRW (bijlage X), wordt de MKN gebruikt voor de beoordeling en visualisatie van de trends.

- **Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)**

PAK worden gevormd bij activiteiten waarbij koolstofhoudende stoffen worden verhit of (onvolledig) verbrand.

Naast lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater zijn (vooral atmosferische) diffuse bronnen een belangrijke bron van PAK verontreiniging.

De belangrijke emissiebronnen van PAK in het stroomgebied van de Maas zijn van oudsher verschillende industriële activiteiten (okesproductie, scheepswerven en het gebruik van koolteerdistillaten voor houtverduurzaming in de binnenscheepvaart), de verbranding van fossiele energie (huishoudelijke verwarming, vervoer, ...) en het wegverkeer (oude asfalt, kunststof) die PAK via industrieel afvalwater of via afstromende regen in de Maas kunnen afvoeren. Dank zij de implementatie van de IPPC-Richtlijn (Integrated Pollution Prevention and Control) zijn de industriële lozingen in sterke mate teruggedrongen.

Er blijft onduidelijkheid bestaan over het gebruik van koolteer voor de verduurzaming van binnenschepen. De meeste partijen van het stroomgebied van de Maas laten het gebruik van PAK niet meer toe maar de aanwezigheid van sommige stoffen kan met het verdere gebruik ervan op lokale schaal in verband worden gebracht.

Het gedrag van PAK in het milieu kan sterk verschillen en is afhankelijk van specifieke stoffeigenschappen. Verschillende PAK, zoals benzo[a]pyreen, fluoranthenen en fenanthenen, hebben een erkende carcinogene potentie. PAK kunnen ook nefaste gevolgen hebben op de voortplanting. PAK breken moeilijk af in water en bodem en worden beschouwd als persistente organische stoffen.

▪ Benzo[a]pyreen

De drempel voor het jaargemiddelde (JG) van benzo[a]pyreen ligt bij 0,05 µg/l. Deze norm wordt gehaald in heel het stroomgebied sinds 2004 met uitzondering van een ernstig voorval van 0,72 µg/l in Kinrooi. Gemiddelden rond 0,06 µg/l werden gemeten in Andenne tussen 2000 en 2002. In Eijsden bedroegen deze gemiddelden 0,08 µg/l in dezelfde periode. Andere uitzonderingen moeten met ernstige en incidentele verontreinigingen in verband worden gebracht.

De norm van de jaarmaxima (MAC), die is vastgesteld op 0,1 µg/l, wordt bijna niet meer overschreden sinds 2003, met uitzondering van extreme situaties die zijn gemeten in Kinrooi, d.i. 0,15 µg/l in 2005 en 7,0 (!) µg/l in 2006. Er is geen verklaring voor dit fenomeen.

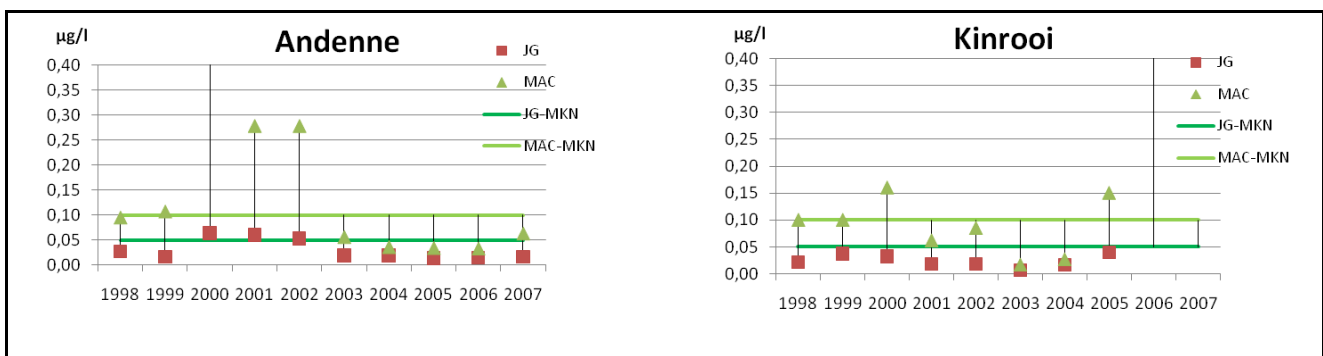


Fig. 11: Lengteprofiel van de benzo[a]pyreen concentratie voor enkele stations van het HMN

- **Benzo[b+k]fluorantheen**

De KRW deelt deze verbinding in bij de prioritaire gevaarlijke stoffen en wijst die een norm voor de gemiddelde jaarlijkse concentratie van 0,03 µg/l toe. Deze waarde is in bijna alle gevallen in het hele stroomgebied overschreden (33 van de 40 jaargemiddeldes).

Men kan opmerken dat de gemiddelde waarden van benzo[b+k]fluorantheen vaak tussen 0,03 µg/l en 0,08 µg/l liggen vanaf 2003, zowel in de stroomopwaartse als stroomafwaartse meetpunten.

De grootste pieken in de gemiddelde concentraties werden gemeten in Andenne in 2000 en 2001. Daarna is de gemiddelde vuilvrucht aan benzo[b+k]fluorantheen gestabiliseerd zoals hierboven weergegeven.

De aanwezigheid van benzo[b]fluorantheen en van benzo[k]fluorantheen in het milieu is volledig op menselijke activiteiten terug te voeren. Zij resulteert uit de onvolledige verbranding van koolwaterstoffen of van steenkool. De olieraffinage, cokesproductie op basis van steenkool en het autoverkeer vormen de belangrijkste bronnen van blootstelling aan deze stof. Deze activiteiten worden niet aangetroffen in de omgeving van het meetstation van Kinrooi zodat het onduidelijk blijft wat er de oorzaak van deze voortdurende overschrijdingen is.

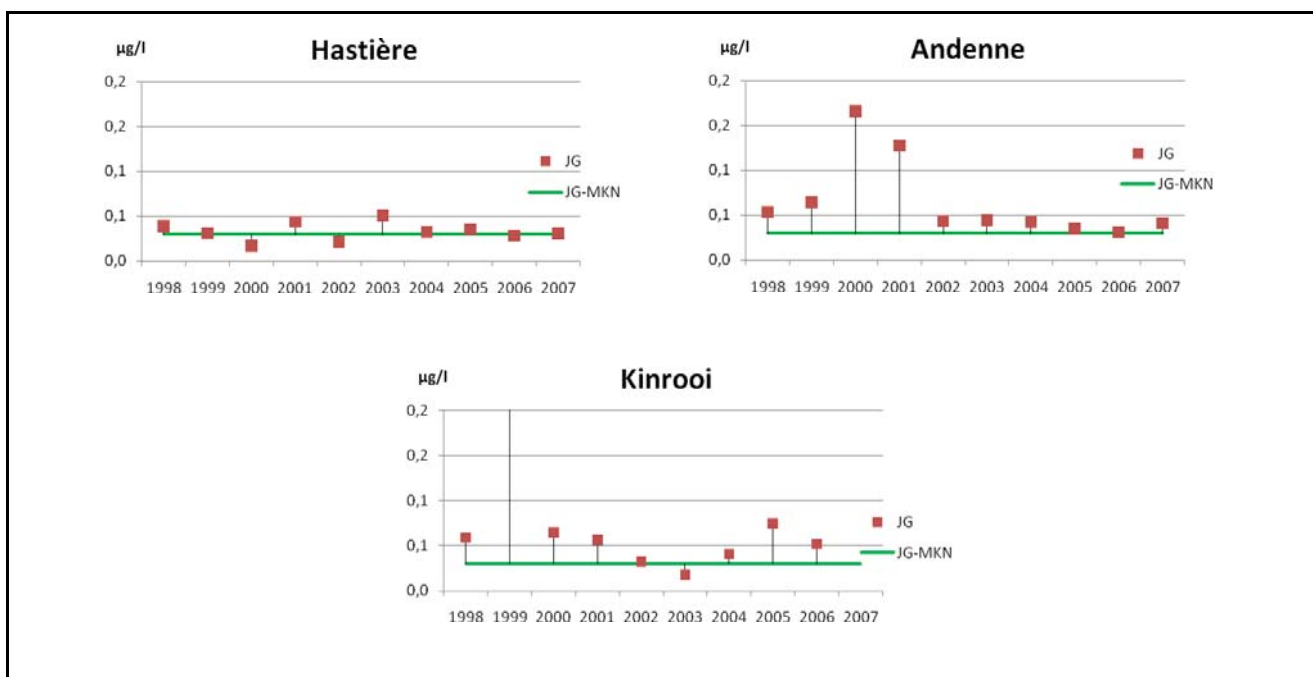


Fig. 12: Lengteprofiel van de benzo[b+k]fluorantheen concentratie voor enkele stations van het HMN

- **Benzo[ghi]peryleen en indeno[1,2,3-cd]pyreen**

De norm van de KRW voor deze verbinding is vastgesteld op 0,002 µg/l. Deze wordt eveneens ruimschoots overschreden in de meeste jaren in een meerderheid van de meetpunten met waarden die de MKN met een factor 10, zelfs 50 overschrijden. Het is opmerkelijk dat zich geen duidelijke trend aftekent op alle meetpunten, met uitzondering van Andenne waar slechts twee bijzonder hoge pieken zijn geconstateerd in 2000 (0,174 µg/l) en 2001 (0,137 µg/l), alvorens de jaargemiddelden daalden tot 0,03 µg/l, wat meer is dan 15 maal het jaarmaximum.

Meer stroomafwaarts is deze dalende trend niet waar te nemen. De laatste jaren werden hogere concentraties gemeten, zowel in Kinrooi (0,093 µg/l in 2005 en 0,063 µg/l in 2006) als in Keizersveer (0,060 µg/l in 2005).

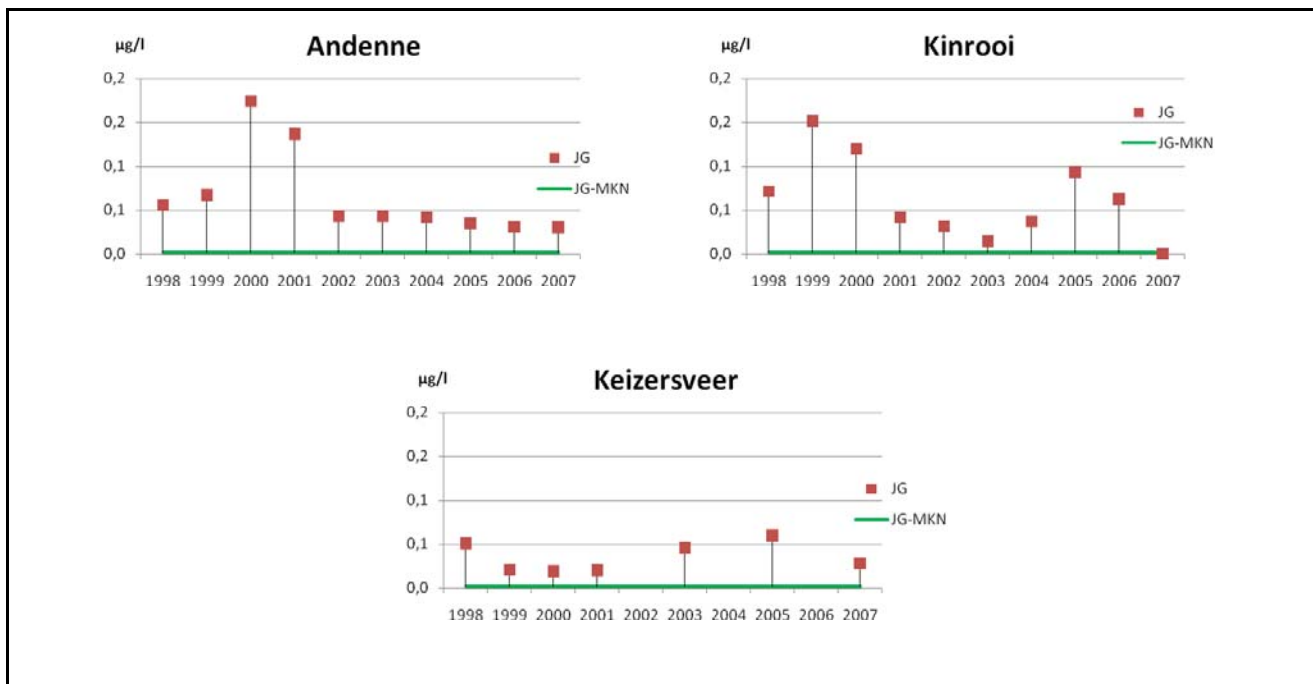


Fig. 13: Lengteprofiel van de benzo[ghi]peryleen en indeno[1,2,3-cd]pyreen concentratie voor enkele stations van het HMN

3.2.5. Bestrijdingsmiddelen

Van de 7 bestrijdingsmiddelen die worden gemeten in het Maasstroomgebied zullen wij hier enkel de Maasrelevante stoffen en atrazine behandelen. Het lengteprofiel van simazine en van desethylatrazine in de Maas is gewoonlijk zeer gelijklopend met dat van atrazine, dat ook deel uitmaakt van de groep van triazines; aangezien atrazine en simazine de meest volledige datasets hebben opgeleverd, zullen deze hier worden behandeld.

Lindaan is sterk afgenomen in het oppervlaktewater en zal hier dus niet worden beschreven.

- **Isoproturon**

Isoproturon is in vrijwel alle Europese landen toegelaten. Dit pesticide kan relatief veilig gebruikt worden zolang afspoeling in het oppervlaktewater of insijpeling in het grondwater vermeden wordt. Voor de graanteelt (met name winterarwe) wordt isoproturon gebruikt voor de bestrijding van onkruid. Het feit dat deze stof voorkomt op de lijst van de Maasrelevante stoffen wijst erop dat bepaalde verontreinigingen ondanks alles toch nog voorkomen en als problematisch worden beschouwd, met name voor de drinkwaterproductie.

De MKN voor de gemiddelde jaarlijkse concentratie van isoproturon is vastgesteld op 0,3 µg/l. Uit de waarnemingen blijkt dat deze waarde niet is overschreden gedurende de hele meetperiode.

De MAC (1,0 µg/l) is ook niet overschreden voor de waargenomen concentraties. In 2001 was deze waarde bijna bereikt, in Hastière, maar dat was blijkbaar te wijten aan een eenmalig voorval.

Pieken van meer dan 0,1 µg/l komen evenwel vaak voor en deze concentraties vormen vaak een probleem voor de drinkwaterproductiebedrijven.

Bemerkenswaardig is een lichte stijging stroomafwaarts van Eijsden, zowel voor de gemiddelde als de maximale concentraties.

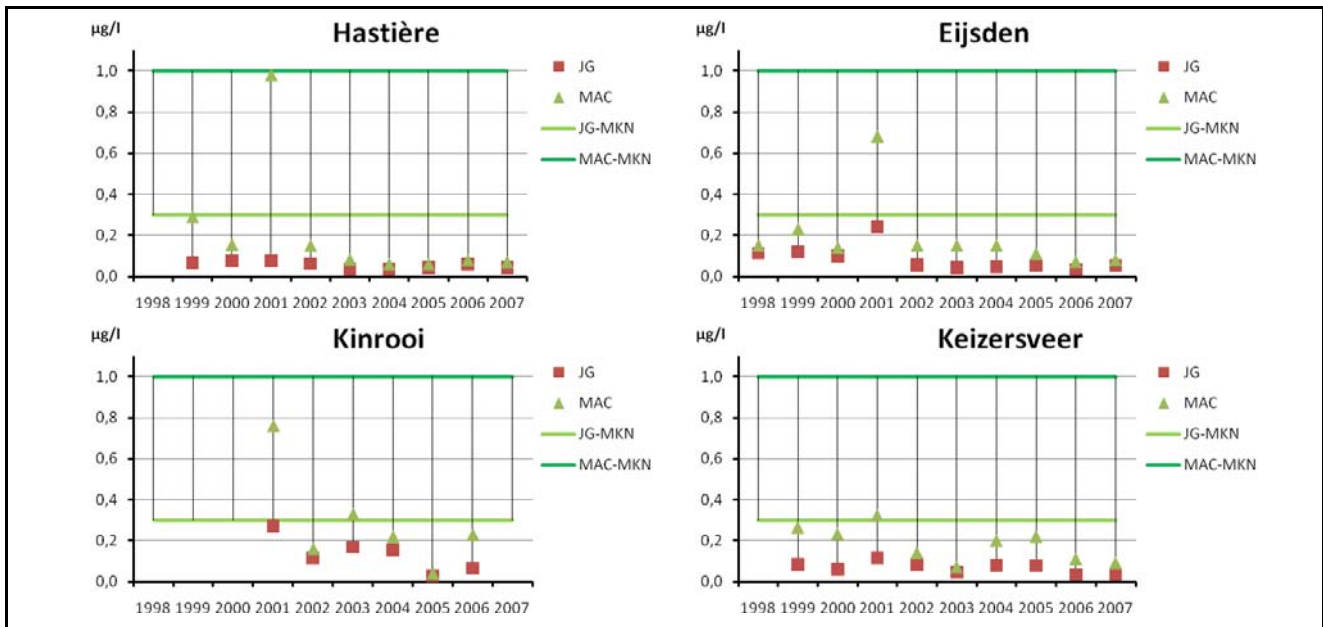


Fig. 14: Lengteprofiel van de isoproturon concentratie voor enkele stations van het HMN

▪ Diuron

Diuron wordt voornamelijk gebruikt voor het bestrijden van onkruid, door gemeenten voor het onderhoud van openbaar groen en verharde oppervlakten.

Sinds 1999 hebben verschillende landen van het Maasstroomgebied het gebruik van diuron beperkt en het gebruik ervan als onkruidbestrijdingsmiddel is sinds 2007 in de Europese Unie verboden. De MKN bedraagt 0,2 µg/l voor de jaargemiddelden (JG) en 1,8 µg/l voor de jaarmaxima (MAC). Diuron is een probleem voor de drinkwaterproductiebedrijven van het Maasstroomgebied aangezien te hoge concentraties kunnen leiden tot het stilleggen van de waterinname uit de rivier.

In de meeste meetpunten blijkt dat een geleidelijke afname van diuron zowel in de jaargemiddelden als jaarmaxima kan worden waargenomen. Vanaf 2004 blijven de gemiddelde concentraties overal onder de MKN.

De hogere concentraties die werden waargenomen in Andenne (2007) en Kinrooi (2006) zijn opmerkelijk temeer daar het gebruik van diuron op zich (grotendeels) is verboden sinds 2002.

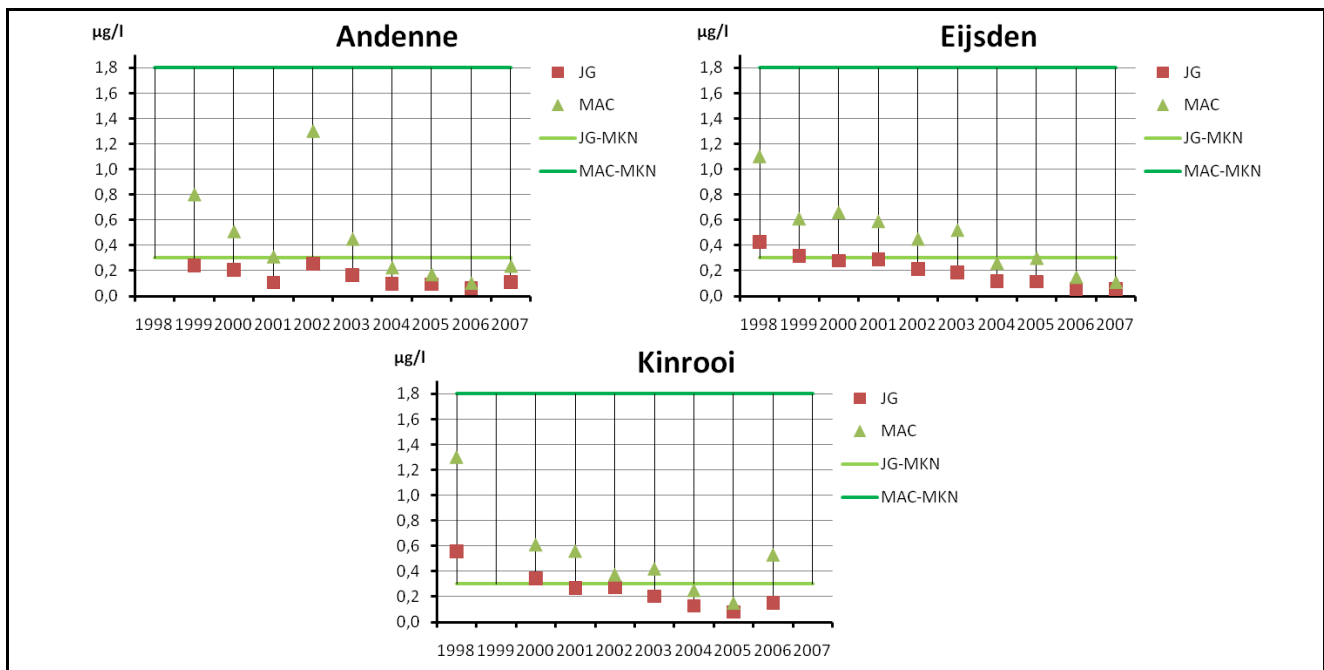


Fig. 15: Lengteprofiel van de diuron concentratie voor enkele stations van het HMN

▪ Simazine

Simazine is een onkruidbestrijdingsmiddel en wordt gebruikt in de fruitteelt en in de akkerbouw. Buiten de landbouw wordt het als onkruidverdelger voor openbaar groen gebruikt.

Zoals de andere triazines is simazine toxisch voor planten, maar de toxische werking op dieren is laag. Het wordt in verschillende tijdstippen in het jaar toegepast, waardoor er een continue belasting van het oppervlaktewater plaatsvindt. De belangrijkste aanvoerroutes van simazine zijn afspoeling en atmosferische depositie.

In vrijwel alle landen van de Europese Unie is het gebruik van simazine sinds 2004 verboden en in 2007 is dit verbod uitgebreid tot alle gebruik van het product. De MKN bedraagt 1 µg/l voor de jaargemiddelden (JG) en 4 µg/l voor de jaarmaxima (MAC).

De simazineconcentraties in de Maas zijn in de loop der jaren sterk afgenomen. Terwijl men in de eerste helft van de meetperiode pieken tot 0,10 µg/l (Kinrooi, 1998) en 0,12 µg/l (Keizersveer, 1999) heeft waargenomen, lagen de jaargemiddelden overal tussen 0,015 µg/l en 0,035 µg/l sinds 2004.

De jaarmaxima laten deze neerwaartse trend evenwel niet zien: in 2005, 2006 en 2007 nemen de waargenomen maximale concentraties opnieuw toe stroomafwaarts van Eijsden, Kinrooi en Keizersveer.

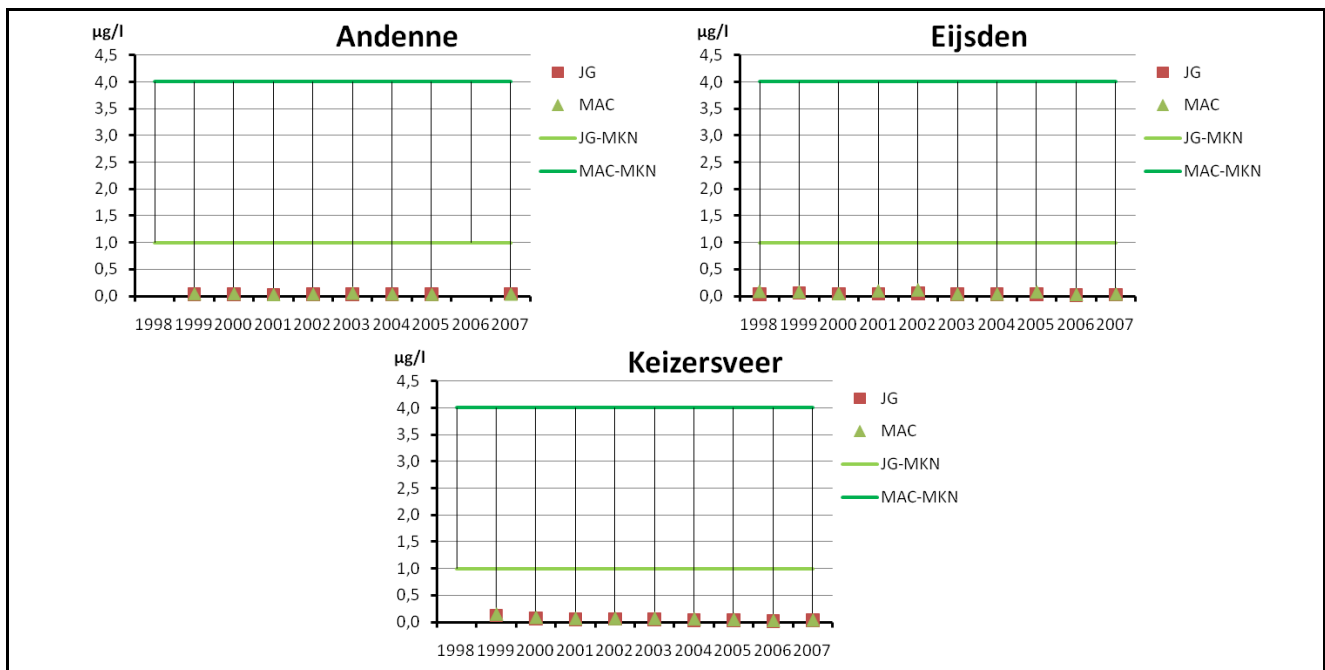


Fig. 16: Lengteprofiel van de simazine concentratie voor enkele stations van het HMN

▪ Atrazine

Het gebruik van atrazine is sinds 2004 in de landen van de Europese Unie verboden. Deze stof breekt evenwel zeer langzaam af en heeft nefaste gevolgen voor de voortplanting van dieren. Het gebruik ervan is vergelijkbaar met dat van simazine.

De waarnemingen tonen aan dat het gebruik van atrazine in 2007 sterk is gedaald zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts tot ongeveer 0,010 µg/l. De voorbije jaren laten dan ook overal een neerwaartse trend van de gemiddelde concentraties zien. Het lengteprofiel van de maximale concentraties schommelt enigszins meer, maar kent een sterk dalende lijn de laatste jaren.

Het meetstation bij Kinrooi vormt een grote uitzondering op deze waarnemingen: een hoge maximale waarde gecombineerd met een hoge gemiddelde concentratie in 2006 (0,146 µg/l); deze waarde zou kunnen wijzen op een verhoogd gebruik van dit pesticide.

Deze concentraties blijven evenwel liggen onder de MKN van 0,6 µg/l voor de jaargemiddelden en van 2,0 µg/l voor de jaarmaxima. De aanwezigheid van atrazine in het Maaswater heeft wel een negatieve invloed op de drinkwaterproductie.

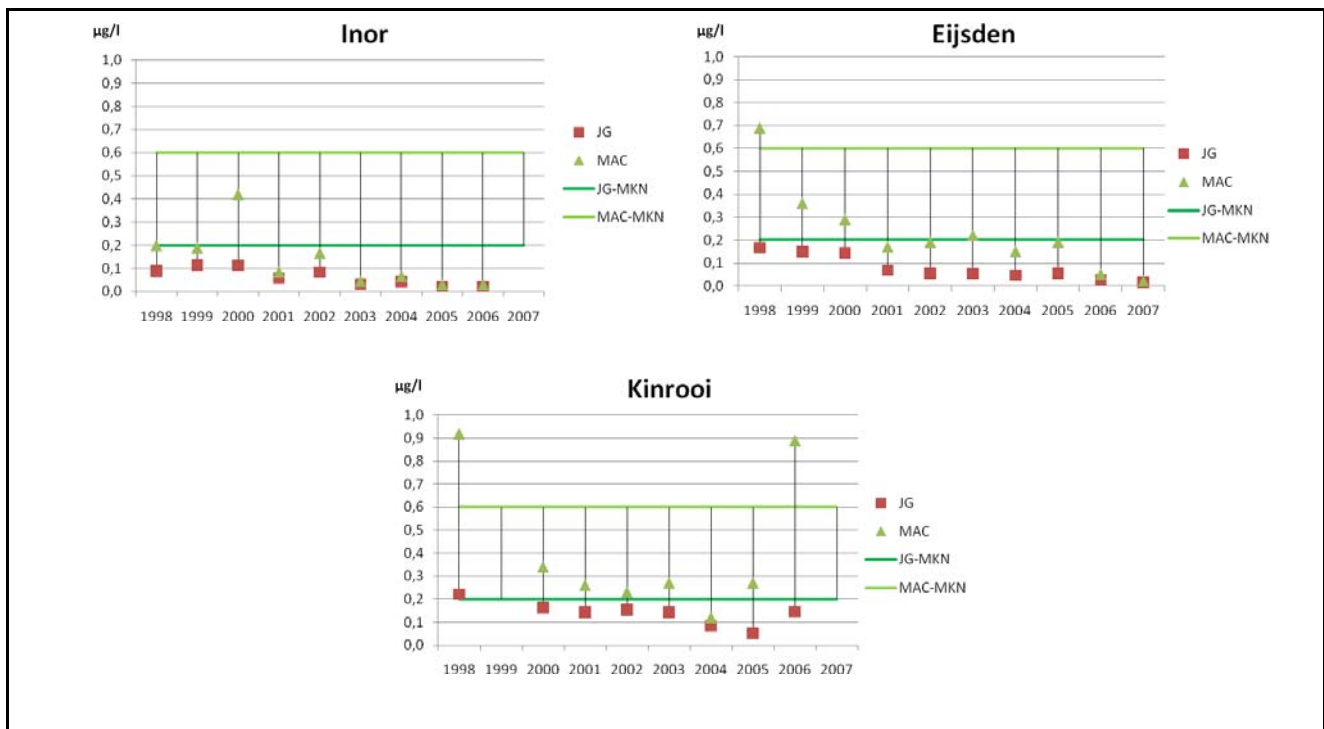


Fig. 17: Lengteprofiel van de atrazine concentratie voor enkele stations van het HMN

3.2.6. Eutrofiërende stoffen

Eutrofiëring kan worden gedefinieerd als een wildgroei van planten ingevolge een overmatige toevoer van nutriënten in de aquatische milieus door menselijke activiteiten. In de kustgebieden, meren en laaglandrivieren, kan de aanrijking met voedingsstoffen leiden tot algenblooms, met nefaste gevolgen voor de waterkwaliteit en voor het gebruik van water door de bevolking. Een belangrijk milieuprobleem dat door de blooms wordt veroorzaakt is een vermindering van de concentratie aan opgeloste zuurstof, welke kan leiden tot « dode zones » bij ernstig zuurstoftekort. Een grote hoeveelheid biomassa van fytoplankton voegt aan de ecosystemen belangrijke hoeveelheden organische stof toe, die uiteindelijk biologisch wordt afgebroken, dat wil zeggen ontbonden door de bacteriën die opgeloste zuurstof verbruiken. Bovendien kan zich een wildgroei van toxische micro-organismen voordoen, zoals cyanobacteriën (« blauwalgen ») en dit kan bijkomende problemen veroorzaken voor de overige aquatische organismen, alsook voor de drinkwaterproductie en recreatieve activiteiten.

De belangrijkste nutriënten die eutrofiëring veroorzaken zijn stikstof en fosfor, die in bovenmatige hoeveelheden door menselijke activiteiten worden aangevoerd, vooral door de landbouw en via niet of onvoldoende gezuiverd afvalwater. De terugdringing van eutrofiëring in een waterloop is een ingewikkelde zaak omdat het fytoplankton wordt meegevoerd door de stroming : daaruit volgt dat het fytoplankton dat aanwezig is op een bepaalde plek in feite is ontwikkeld op een stroomopwaarts gelegen gedeelte van de waterloop. Het praktische gevolg is dat, om de biomassa van het fytoplankton in een bepaald gedeelte van de waterloop terug te dringen, nutriëntreducerende maatregelen moeten worden genomen in de stroomopwaartse delen van de rivier, die mogelijk in een ander land gelegen zijn.

In het Maasstroomgebied is de stikstofvrucht vooral afkomstig van de landbouw (~69%), terwijl het grootste deel van de aanvoer aan fosfor wordt veroorzaakt door lozingen van huishoudelijk afvalwater, maar ook door industrieel afvalwater uit puntbronnen. Op dit ogenblik zijn er nog steeds meer nutriënten (zie hieronder) aanwezig dan nodig voor de behoeften van de algen zodat de factoren die bepalend zijn voor het fytoplankton in de rivier, zoals de afvoer, het licht aan de oppervlakte, de transparantie van het water en de temperatuur, op complexe wijze interageren met de morfologische en hydraulische kenmerken van de waterloop. Zo kon in de loop van de laatste decennia, de concentratie van chlorofyl *a* in het water (een meting van de totale abundantie van fytoplankton) tussen voor- en najaar een waarde van 100 µg/l bereiken, wat ongeveer overeenkomt met 4 mg afbreekbare koolstof per liter, dat wordt toegevoegd aan de organische stof die door het afvalwater en het stroomgebied wordt aangevoerd.

Aangezien de ontwikkeling van het fytoplankton afhankelijk is van verschillende factoren, waaronder de afvoer van de rivier, variëren ook de resultaten van de internationale monitoring van de Maas van jaar tot jaar (Fig.17). Toch is een verandering van de chlorofyl *a* concentraties in het laatste decennium in de Franse en Belgische delen van de rivier zichtbaar: na een piek in 2002–2003, is sinds 2004-2007 een daling opgetreden (naar gelang het meetpunt). Deze trend wordt bevestigd door de meest recente gegevens (gegevens van SIERM, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Frankrijk, en Vivaqua, België). Zo bleven, tussen Ham-sur-Meuse en Andenne, de maxima onder 20 µg/l in 2006 en 2007. Deze daling van de biomassa van fytoplankton zou kunnen worden geïnterpreteerd als een verbetering van de waterkwaliteit; toch zijn de concentraties van de nutriënten de laatste jaren niet gedaald (zie Fig. 18 en 19). Integendeel, de stikstofconcentraties zijn relatief hoog gebleven; hetzelfde geldt voor fosfor. Er heeft zich dus geen enkele belangrijke verandering voorgedaan in de factoren die normaal bepalend zijn voor fytoplankton zodat de enige aanname die een dergelijke daling zou kunnen verklaren, erin bestaat dat het fytoplankton wordt geconsumeerd door de Aziatische korfmosselen (*Corbicula* spp., zie hoofdstuk 3.2). Deze invasieve weekdieren hebben immers, in bepaalde delen van de Maas, dergelijke dichtheden bereikt dat zij een belangrijke impact op de abundantie van fytoplankton kunnen hebben. Hun impact is ook te zien aan de doorzichtigheid van het water, die sterk is toegenomen de laatste jaren.

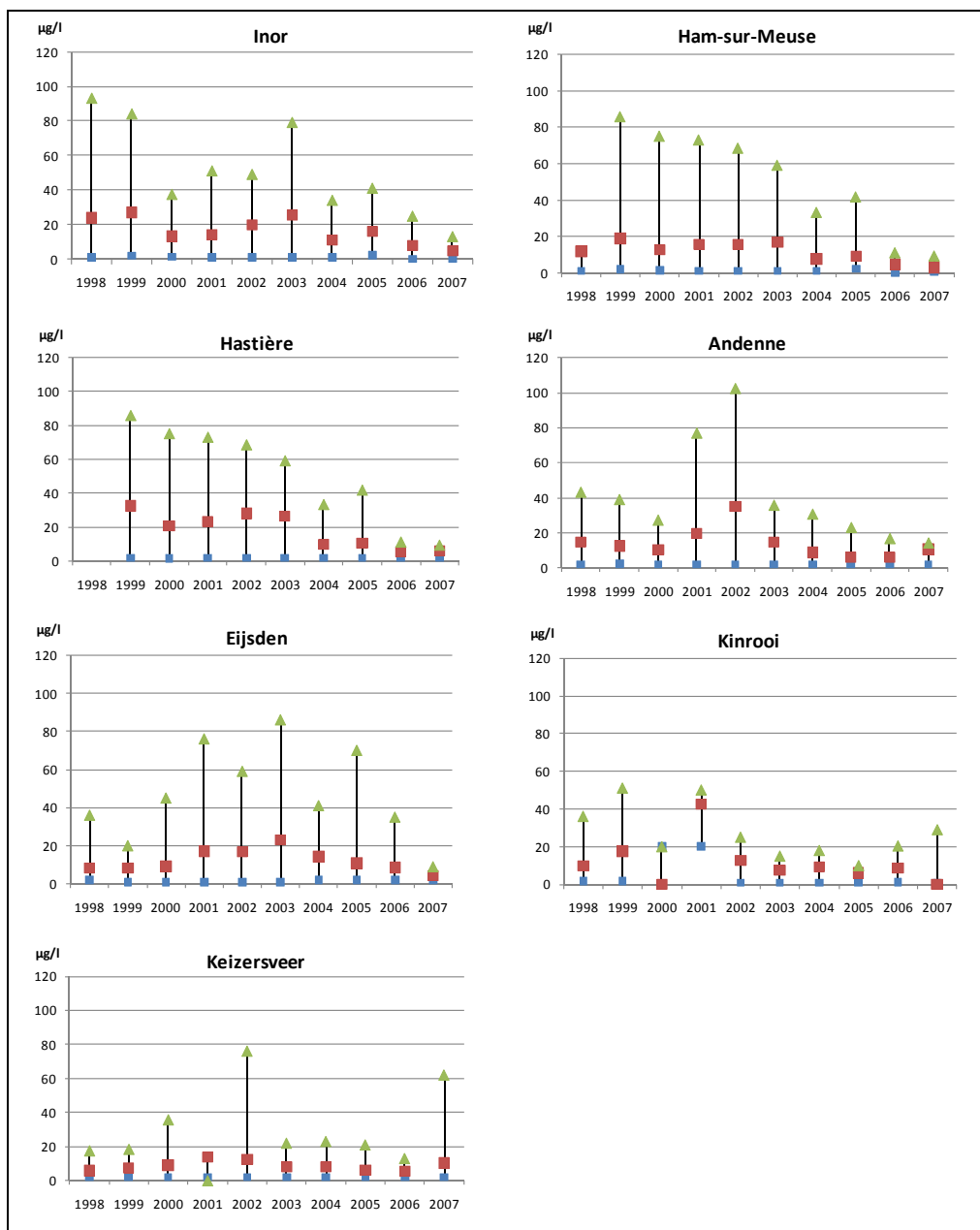


Fig. 18 Chlorofyl a concentratie in enkele stations van het HMN

▪ **Opgeloste fosfor**

Aangezien fosfor de belangrijkste stof is die verantwoordelijk is voor eutrofiëring in zoet water, vraagt die een bijzondere aandacht. Niettegenstaande de belangrijke vooruitgang die in de terugdringing van fosfor is gemaakt de laatste decennia (Descy *et al.* 2008), bereikt dit nutriënt, op de hele Maas, nog voldoende hoge concentraties om algenbloei te veroorzaken. In de loop van het decennium is slechts weinig verandering opgetreden. Wel is een stijgende trend op te merken aan het einde van het Franse deel van de rivier. Het is ook interessant te constateren dat momenteel, en rekening houdend met het feit van een duidelijke dalende trend van de hoeveelheid fytoplankton, het grootste deel van de fosfor in de Maas in opgeloste vorm voorkomt, waarbij de particulaire fosfor slechts een kleine fractie vertegenwoordigt.

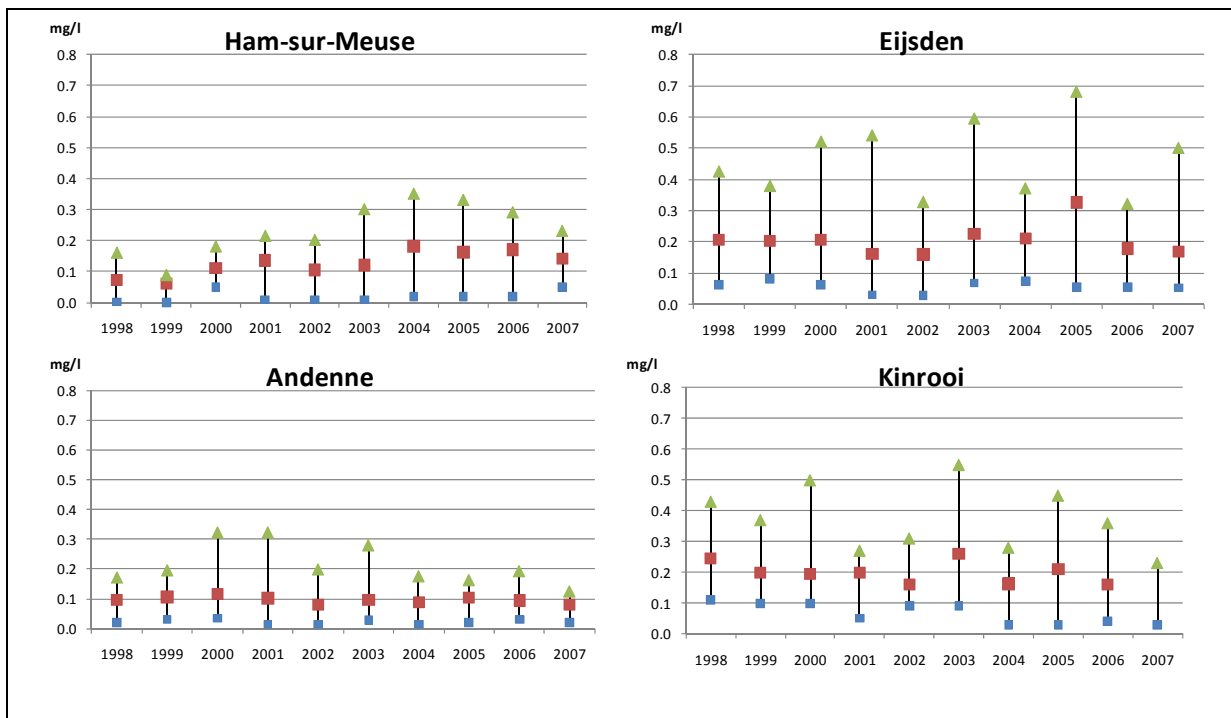


Fig. 19 Opgeloste fosfor concentratie in enkele stations van het HMN

- **Anorganische stikstof**

De twee vormen van stikstof die het makkelijkst door fytoplankton worden geassimileerd zijn ammonium en nitraat. Deze beide vormen hebben verschillende bronnen: nitraat is vooral afkomstig van het stroomgebied door afspoeling (diffuse aanvoer, vooral vanaf landbouwgronden) terwijl ammonium aanwezig is in het huishoudelijk en industrieel afvalwater en afkomstig is van de afbraak van organisch materiaal dat in het afvalwater voorkomt (puntafvoer van de riolen in de agglomeraties). Het lengteprofiel van de stikstofvormen in de Maas is kenmerkend, met weinig verandering in de loop van het decennium (Fig. 19): nitraat heeft overal een zeer hoge concentratie en neemt aanzienlijk toe longitudinaal, terwijl ammonium veel lagere concentraties kent en toeneemt stroomafwaarts van agglomeraties, bijvoorbeeld in Andenne (stroomafwaarts van Namen) en in Eijsden (stroomafwaarts van Luik). Deze stikstofconcentraties hebben geen impact op de ontwikkeling van het fytoplankton in de rivier, omdat zij niet limiterend zijn. In de kustgebieden daarentegen kunnen zij wel schadelijke algenblooms veroorzaken.

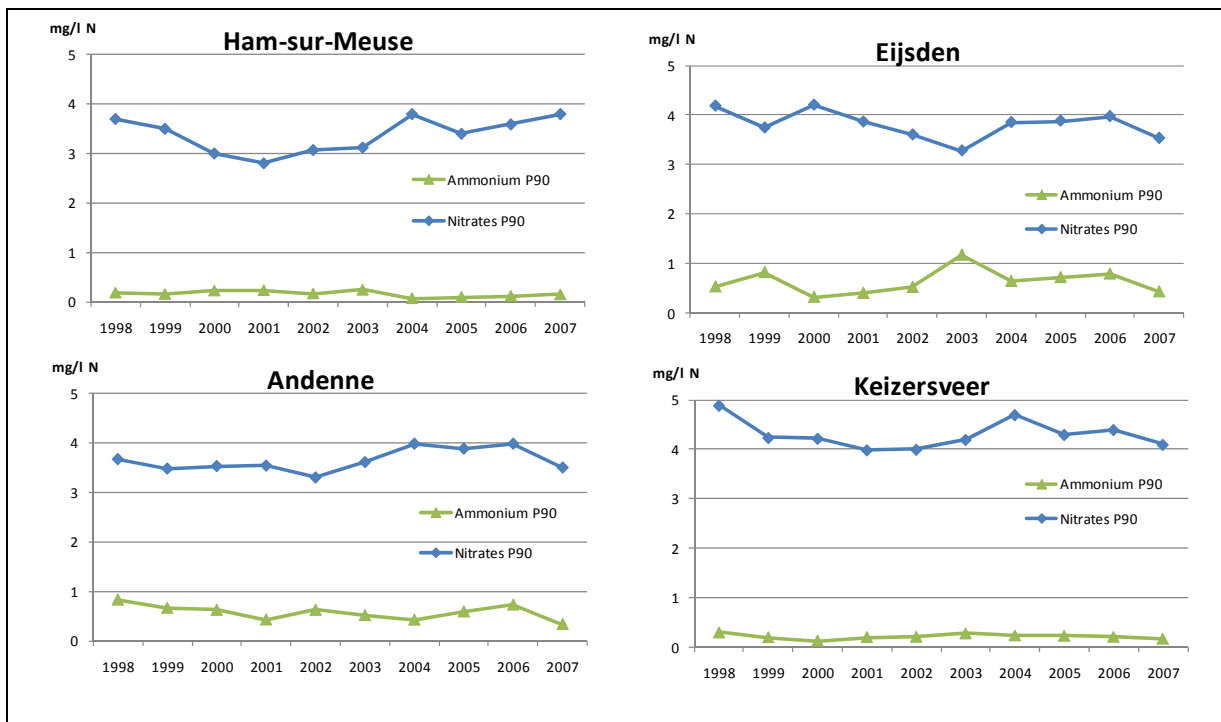


Fig. 20: Nitraat concentratie in enkele stations van het HMN

3.3. Concentraties verontreinigende stoffen in zwevende stof

De bemonstering van zwevend stof wordt uitgevoerd vanaf de oever door middel van een doorstroomcentrifuge die het mogelijk maakt de zwevende deeltjes die zich in het uit de rivier opgepompte water bevinden, te concentreren. Verschillende parameters die nuttig zijn voor de interpretatie worden gemeten in het water, tijdens de bemonstering van de zwevende stof.

Bij een maximale afvoer van 1 m³/u hangt de duur van de bemonstering af van het gehalte zwevende stof in het bemonsterde water. In zeer troebel water kan voldoende materie worden verzameld in één uur. In helder water (zoals dat van de Maas) kan de bemonstering verschillende uren (tot 5 u) duren. De zwevende deeltjes worden vervolgens overgebracht in recipiënten die bij een temperatuur van ongeveer 5°C worden bewaard en dan naar het laboratorium worden gebracht.

De parameters die ten behoeve van het HMN worden gemeten zijn de korrelgrootteverdeling, het gehalte aan totaal organische koolstof, totaal fosfor en Kjeldahl stikstof, de concentraties van 9 metalen, 12 polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), 11 orgaanchloorverbindingen, 7 polychloorbifenylen (PCB) en minerale oliën. De concentraties van de verschillende stoffen worden uitgedrukt in mg/kg droog gewicht zwevende stof.



Foto 1: Centrifuge (bron: VMM)



Foto 2: Plaatsing van vlotter en zuigkorf (bron: VMM)

3.3.1. Zware metalen

Over het algemeen neemt de concentratie van alle metalen in de zwevende stof toe van Inor tot stroomafwaarts van Luik, in Eijsden.

Sommige metalen zijn duidelijk van industriële oorsprong. De concentratie van cadmium, een prioritare stof van de Kaderrichtlijn Water, in zwevend stof is relatief laag en ligt onder de groene klasse van het SEQ Eau in het Franse deel van de Maas en in Hastière. Na de samenvloeiing met de Samber (Namen) constateert men vanaf het station van Andenne een lichte stijging en de drempelwaarde van het SEQ Eau wordt er overschreden. Stroomafwaarts van Luik, in Eijsden, is er een sterke stijging. Meer stroomafwaarts daalt de concentratie, waarschijnlijk onder invloed van sedimentering. Chroom en koper volgen een gelijkaardig profiel.

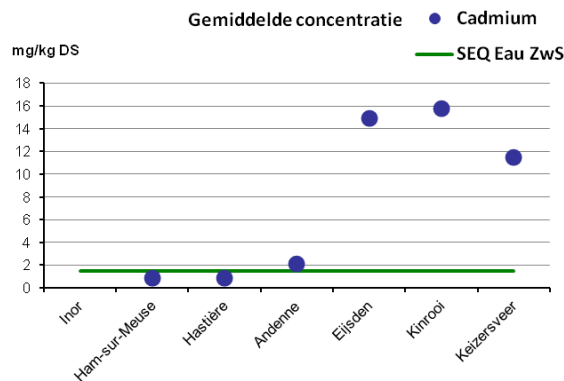


Fig. 21: Lengteprofiel van de cadmium concentratie

De concentratie zink, lood en nikkel (de twee laatste zijn prioritare stoffen van de KRW) die voornamelijk uit diffuse bronnen afkomstig zijn, laten een geleidelijke stijging zien. Alleen in het station van Inor ligt de waarde lager dan de groene drempel van het SEQ Eau. De voornaamste aanvoeren lijken afkomstig te zijn van de Chiers, de Samber en de Luikse agglomeratie. De maximale concentratie wordt bereikt in Eijsden; stroomafwaarts daalt de concentratie opnieuw, waarschijnlijk onder invloed van sedimentering. Nikkel en lood (twee prioritare stoffen van de KRW) vertonen een gelijkaardig profiel als zink.

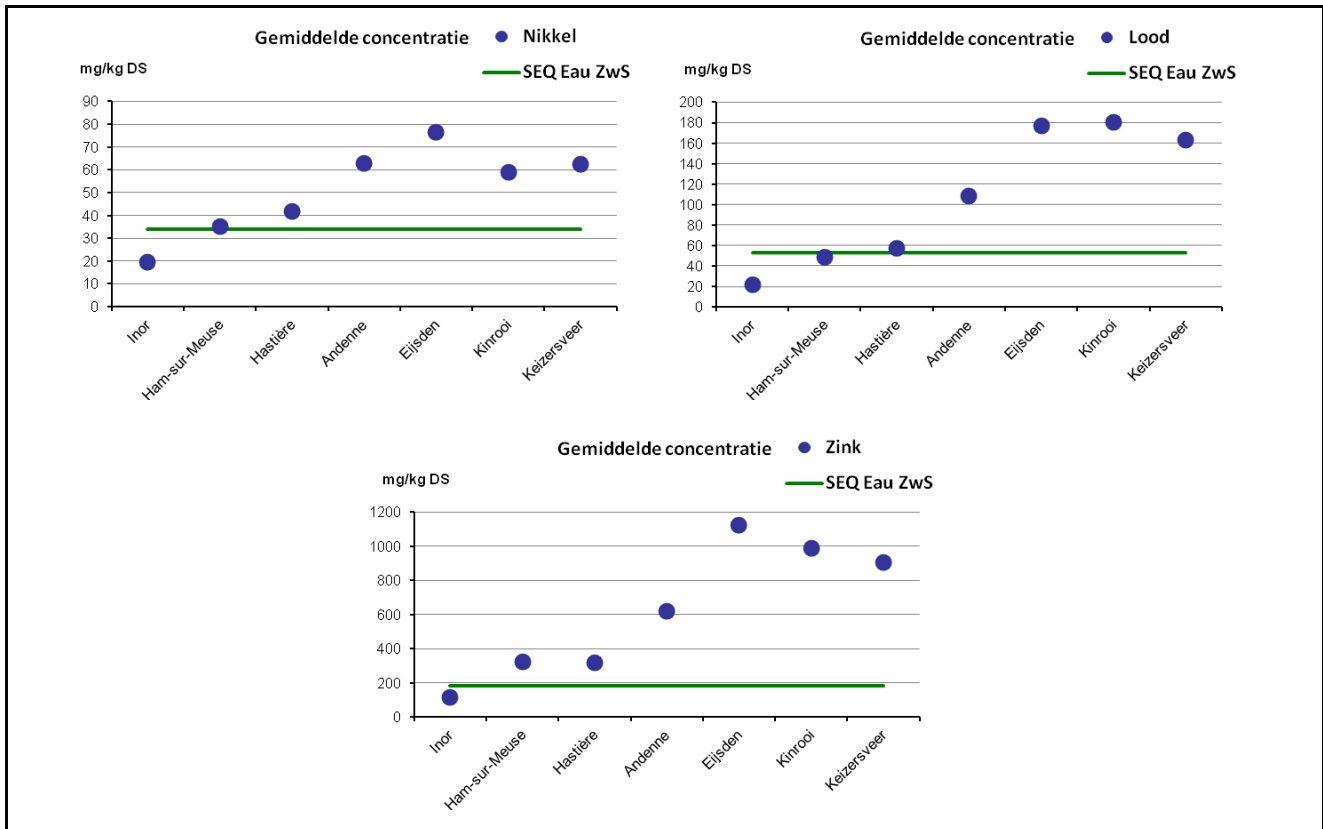


Fig. 22: Lengteprofiel van de nikkel, lood en zink concentratie in enkele stations van het HMN

In het Franse deel van de Maas en in Hastière is de kwikconcentratie relatief laag en ligt onder de drempel van de groene klasse van het SEQ Eau (0,3 mg/kg). De Samber is de belangrijkste aanvoerrote van kwik zodat in Andenne de gemiddelde concentratie 0,7 mg/kg bereikt. In Eijsden daalt de concentratie aanzienlijk, maar blijft boven de drempelwaarde. In Kinrooi is er een uitschieter tot driemaal de drempelwaarde en in Keizersveer daalt de concentratie opnieuw.

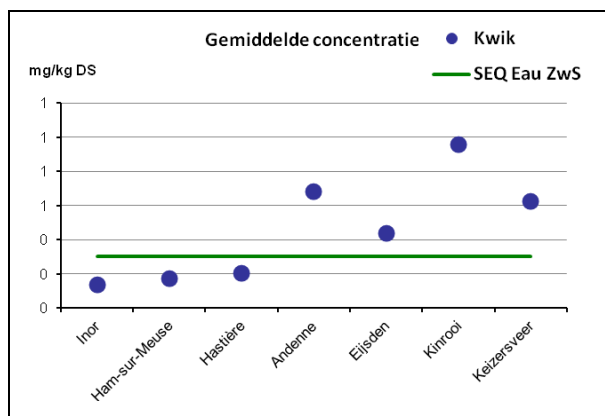


Fig. 23: Lengteprofiel van de kwik concentratie

3.3.2. PAK

Het lengteprofiel van de verschillende PAK is vergelijkbaar met uitzondering van dat van anthraceen.

De anthraceenconcentratie in het zwevend stof is hoog in de hele Maas. Alleen op het meetpunt van Hastière liggen de waarden onder de drempel.

De overige PAK laten ook een gemiddelde concentratie zien die de groene klasse van het SEQ Eau op alle meetpunten (ruimschoots) overschrijdt. De concentraties zijn het laagst in Inor en in Hastière en het hoogst in Andenne en Eijsden. Het leidt geen twijfel dat de belangrijkste vuilvrachten worden aangevoerd door de Samber. Stroomafwaarts van Luik is er een lichte daling van de concentratie tot Kinrooi en vervolgens een lichte stijging tot Keizersveer.

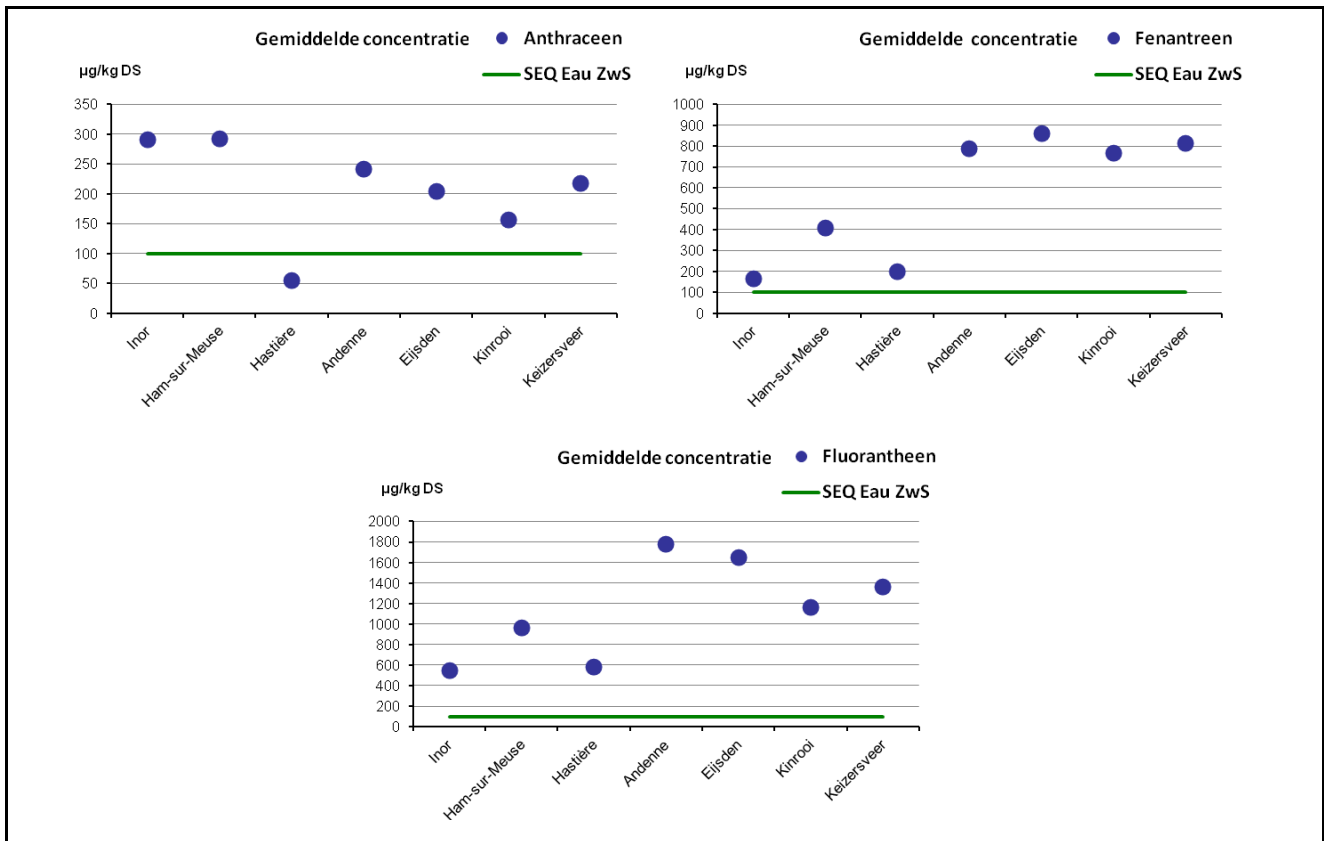


Fig. 24: Lengteprofiel van de concentratie van PAK (anthraceen, fenantreen en fluorantheen) in enkele stations van het HMN

3.3.3. Minerale oliën

De parameter « minerale oliën » wordt niet gemeten in het Franse deel van de Maas. Het SEQ Eau heeft trouwens geen toetswaarden voor deze parameter. De concentratie is het laagst in Hastière. In tegenstelling tot de PAK worden de hoogste concentraties gemeten in Eijsden en niet in Andenne.

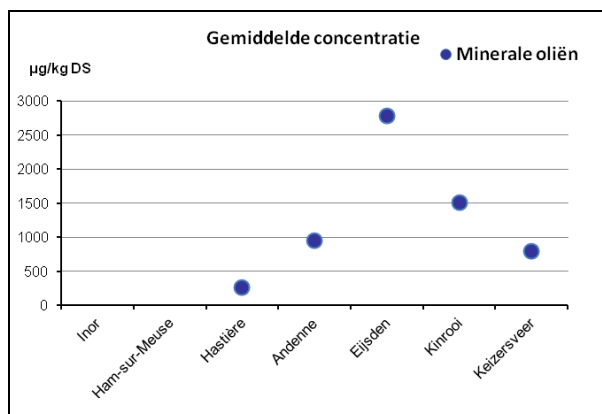


Fig. 25: Lengteprofiel van de minerale oliën concentratie in enkele stations van het HMN

3.3.4. PCB Totaal

De aanwezigheid van 7 PCB's in zwevend stof werd onderzocht, met name PCB's nrs. 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180. In de onderstaande grafiek wordt de som van deze zeven PCB's aangegeven (Σ PCB). De drempelwaarde voor de groene klasse van het SEQ eau werd op geen enkel meetpunt overschreden.

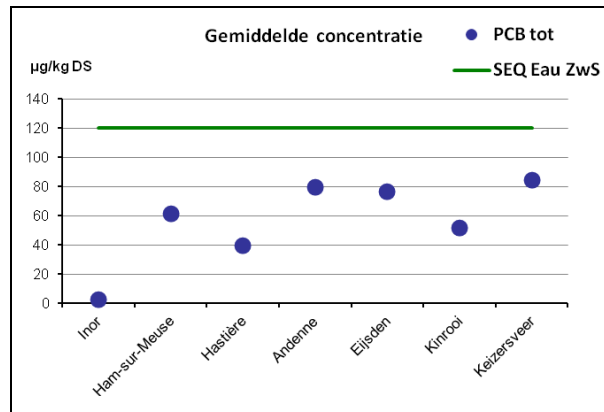


Fig. 26: Lengteprofiel van de Σ PCB concentratie in enkele stations van het HMN

3.4. Biologische kwaliteit

Biologische kwaliteit van de Maas : studie van de benthische macro-invertebratenpopulaties

Een van de belangrijke doelstellingen van het HMN, naast de fysisch-chemische monitoring, bestaat erin een beeld te krijgen van de toestand van het ecosysteem en de evolutie ervan in de tijd op te volgen. Daartoe heeft de IMC sinds 1998 inventarissen gemaakt van de benthische macro-invertebratenfauna op de hoofdstroom van de Maas. In 2010 heeft het *Laboratoire des Interactions Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes (LIEBE)* van de *Université de Metz* (Frankrijk), op verzoek van de Commissie, de gegevens geanalyseerd en diepgaand geïnterpreteerd (Usseglio-Polatera en Beisel, 2010), over de periode 1998-2005. De voornaamste resultaten ervan worden hieronder gepresenteerd.

Tabel 1 geeft de bemonsteringsstations en de onderzoeksperiodes weer. Globaal gesproken werden 16 stations bemonsterd; een station komt overeen met een riviervak van de hoofdstroom met een lengte van ongeveer 1 km. De bemonsteringen zijn door de verschillende partijen op gecoördineerde wijze uitgevoerd.

Nr.	Meetstations	1998	2000	2001	2004	2005
1	Goncourt (F)	X	X	X	X	X
2	Brixey-aux-Chanoines (F)	X	X	X	X	X
3	Saint-Mihiel (F)	X	X	X	X	X

4	Inor (F)	X	X	X	X	X
5	Donchery (F)	X	X	X	X	X
6	Ham-sur-Meuse (F)	X	X	X	X	X
7	Heer (WL)	X	X		X	
8	Lustin (WL)	X	X	X	X	
9	Namèche / Gives (WL)	X	X	X	X	
10	Chokier (B-WL)	X	X			
11	Hermalle / Lixhe (WL)	X	X			
12	Eijsden (NL)	X	X	X	X	X
13	Lanaken (VL)	X	X	X	X	X
14	Kinrooi (VL)	X	X	X	X	X
15	Belfeld (NL)	X	X	X	X	X
16	Keizersveer (NL)	X	X	X	X	X
	Aantal bemonsterde stations / jaar	16	16	13	14	11

Tabel 1: Bemonsteringsstrategie van de macro-invertebratenpopulaties van de Maas voor de periode 1998-2005 : (F) = Frankrijk, WL = Wallonië, VL = Vlaanderen, (NL) Nederland

In eenzelfde station zijn verschillende habitats bemonsterd volgens een standaardprocedure die door een werkgroep van de IMC is opgesteld, waarbij zo veel mogelijk is rekening gehouden met de vele biotopen waarin de macro-invertebraten zich in een grote waterloop ontwikkelen. Naast het verzamelen van monsters op natuurlijke substraten werd ook gebruik gemaakt van kunstmatige substraten in alle meetstations. De bemonsteringsseizoenen waren het voorjaar en/of de zomer. De dieren werden geïdentificeerd door specialisten, met de best haalbare precisie bij de routine-analyse, en werden in alle monsters geteld teneinde hun abundantie in de rivier te kunnen inschatten.

De specialisten die verantwoordelijk waren voor de gegevensinterpretatie hebben een gedetailleerde analyse uitgevoerd gebaseerd op diepgaande statistische analyses en op de biologische kenmerken van de invertebraten (zoals grootte, levensduur, voedingspatroon, ...) en ecologische kenmerken (voorkeur voor bepaalde soorten substraat, stroming, temperatuur; verontreinigingsgevoeligheid, ...). Zij hebben tevens verschillende indexen berekend die het mogelijk maken de biologische kwaliteit te toetsen, zoals de IBGA (Globale Biotische Index aangepast aan grote waterlopen) of diversiteitsindexen.

De analyses hebben een geleidelijke verandering in de samenstelling van de populaties van bron tot monding in de Maas aangetoond: in het stroomopwaartse deel in Frankrijk worden de populaties gedomineerd door insecten die verontreinigingsgevoelig zijn: Trichoptera en Ephemeroptera in snelstromende delen; Coleoptera, Odonata en Heteroptera in traagstromende delen. In België en in Nederland worden geleidelijk aan schaaldieren, weekdieren en wormen de dominante groepen in de invertebratenpopulaties van de rivier.

Ook varieert het gemiddeld aantal « taxonomische eenheden » (soorten, geslacht, of ander niveau zoals subfamilie of familie) longitudinaal in de rivier, met de hoogste aantallen in de Franse

meetpunten (62 tot 74) en de laagste in de Belgische en Nederlandse delen (15-41). Dit verschil wordt nog groter als men geen rekening houdt met exotische soorten, die talrijk voorkomen in het stroomafwaartse deel van de Maas. Fig. 27 laat een geleidelijke daling van de totale diversiteit op de Belgische loop van de rivier zien.

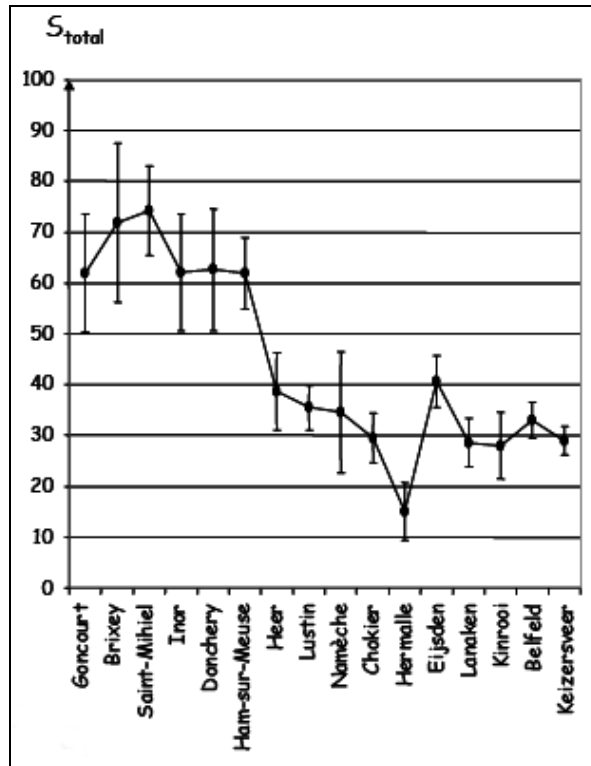


Fig. 27: Gemiddelde waarden van de taxonomische diversiteit van de benthische macro-invertebraten in de stations van het HMN van de Maas

Het lengteprofiel van de IBGA is zeer gelijklopend met dat van de totale diversiteit : de maxima worden bereikt in de Franse Maas en het minimum in het stroomafwaarts deel van de Belgische Maas. Men merkt een duidelijke daling op vanaf de Frans-Belgische grens en een licht herstel in Vlaanderen en Nederland.

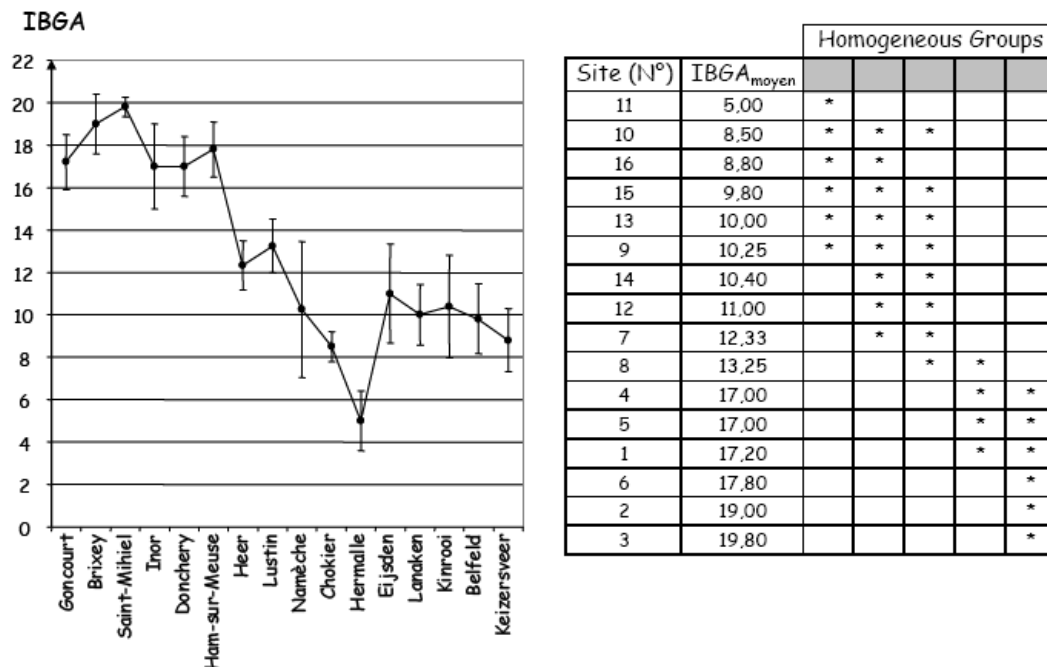


Fig. 28: Gemiddelde waarden van de IBGA-index over de periode 1998-2005 in de stations van het HMN

De invasieve exotische soorten zijn talrijk aanwezig in de Maas, zoals blijkt uit Fig. 29, die hun huidige toename in de rivier duidelijk visualiseert. Niet minder dan 25 soorten schaaldieren, weekdieren en wormen zijn geïdentificeerd. Sommige zijn al lang ingevoerd aangezien zij al in de 1^e helft van de 19^e eeuw in de Maas voorkwamen, maar een tiental ervan worden nog maar sinds hooguit een dertigtal jaren in de rivier gesignaleerd.

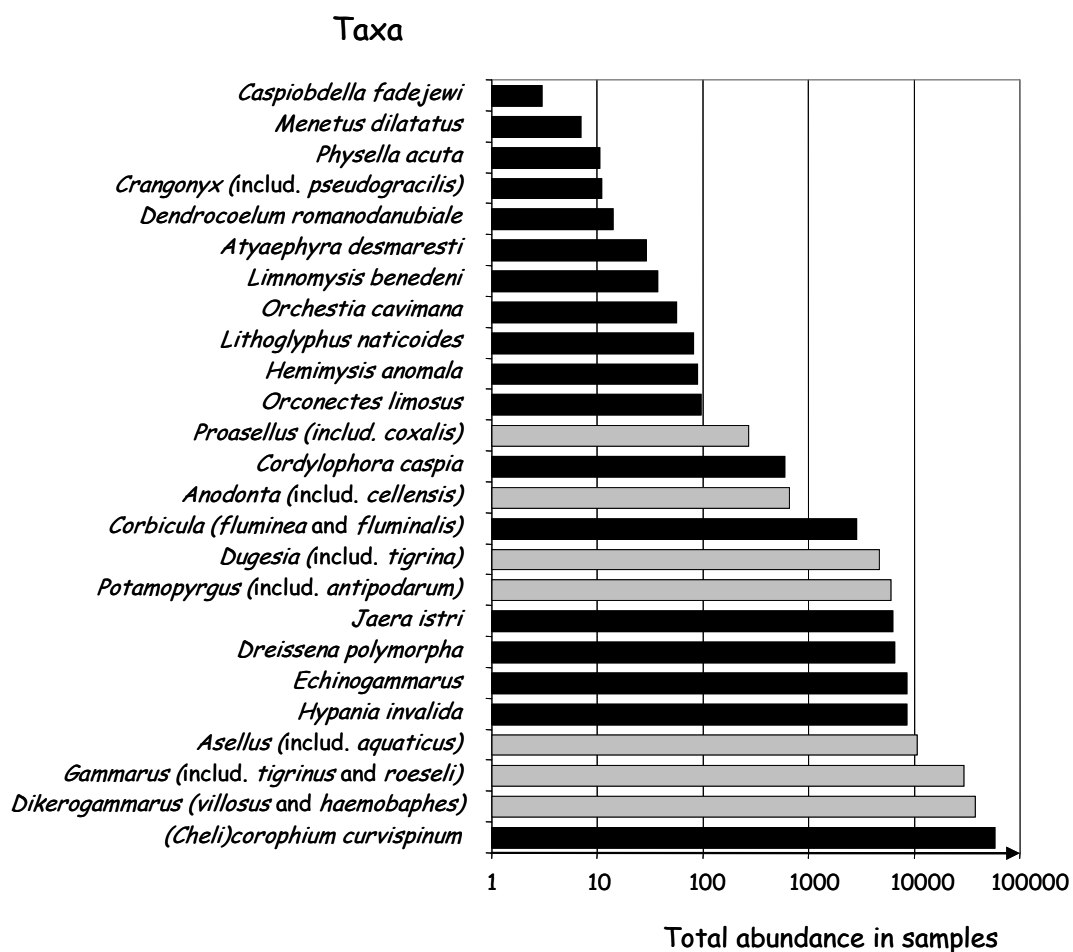
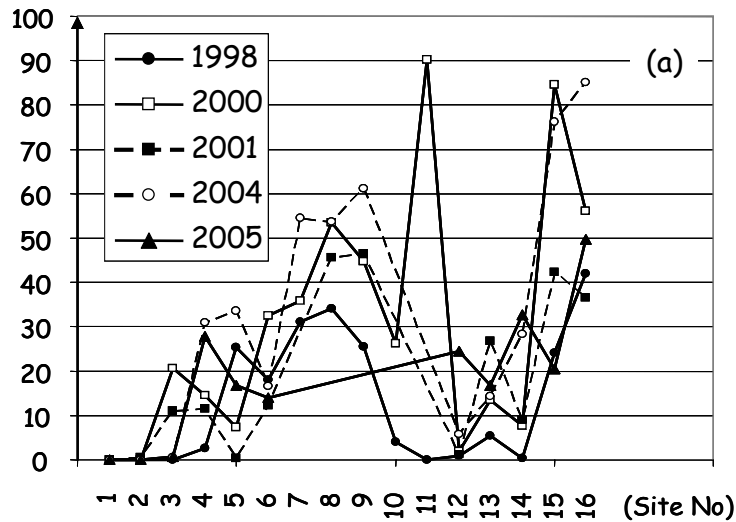


Fig. 29: Totale abundantie van de invasieve soorten in de monsters van de benthische populaties van de Maas. De grijze balken komen overeen met geslachten die invasieve soorten bevatten, maar die niet altijd tot op soort zijn geïdentificeerd.

Deze exotische invertebraten zijn niet alom aanwezig aangezien sommige ervan alleen in het Nederlandse deel terug te vinden zijn. Andere daarentegen verspreiden zich. Een belangrijke constatacie is dat de in verhouding grootste aandelen exotische soorten en individuen in de benthische fauna worden aangetroffen (Fig. 30), meer bepaald in rivierdelen die sterk onder druk staan van menselijke activiteiten en zich dus in een slechtere ecologische toestand bevinden.

% of exotic individuals



% of exotic species

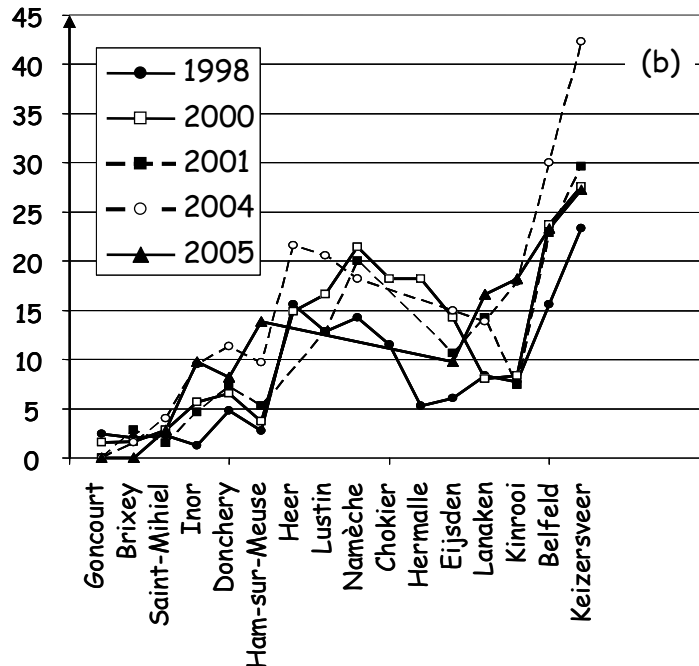


Fig. 30: Relatieve abundantie van de exotische soorten (a) en relatief aandeel van exotische soorten in de benthische populaties van de Maas, over de 5 bemonsteringscampagnes.

De analyse van de biologische en ecologische kenmerken van de benthische invertebratengemeenschappen in de verschillende stations van de Maas laat duidelijke trends zien: de grootste diversiteit van functionele kenmerken vindt men terug in de Franse Maas, waaruit de betere ecologische toestand van dit deel van de rivier blijkt. Het is met name daar dat de meest verontreinigingsgevoelige gemeenschappen aanwezig zijn, terwijl de meest resistente populaties en de minste soortenrijkdom terug te vinden zijn in de stroomafwaartse delen, met een gestage achteruitgang tussen Ham-sur-Meuse en Hermalle, gevolgd door een gedeeltelijk herstel. Dit

lengteprofiel vertoont gelijkenissen met dat van de fysisch-chemische variabelen op dit deel van de rivier.

Conclusie:

De synthese van de verschillende benaderingen die gebruikt worden om de gegevens van de benthische invertebratengemeenschappen van de Maas te analyseren heeft het mogelijk gemaakt de biologische kwaliteit van de rivier ter hoogte van de verschillende stations van het HMN te beoordelen (Tabel 2).

No	Sites	1998	2000	2001	2004	2005	Mean status
1	Goncourt (F)	Blue	Green	Green	Green	Green	0,25
2	Brixey-aux-Chanoines (F)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	0,09
3	Saint-Mihiel (F)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	0,04
4	Inor (F)	Blue	Green	Blue	Green	Green	0,17
5	Donchery (F)	Blue	Blue	Green	Green	Green	0,22
6	Ham-sur-Meuse (F)	Blue	Green	Blue	Blue	Green	0,22
7	Heer (B)	Yellow	Green	Grey	Yellow	Grey	0,45
8	Lustin (B)	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Grey	0,47
9	Namèche / Gives (B)	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Grey	0,58
10	Chokier (B)	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	0,57
11	Hermalle / Lixhe (B)	Orange	Red	Grey	Grey	Grey	0,75
12	Eijsden (NL)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	0,49
13	Lanaken (B)	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	0,55
14	Kinrooi (B)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	0,5
15	Belfeld (NL)	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	0,58
16	Keizersveer (NL)	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	0,61

Tabel 2: Beoordeling van de biologische kwaliteit, gemeten door een waarde die rekening houdt met verschillende metrieken, waaronder de IBGA, taxonomische diversiteit en diversiteit van de biologische en ecologische kenmerken. Blauw : zeer goede kwaliteit ; groen : goede kwaliteit ; geel : matige kwaliteit ; oranje : slechte kwaliteit ; rood : zeer slechte kwaliteit ; grijs : niet bepaald (geen gegevens)

Geconcludeerd kan worden dat de behaalde scores goed zijn voor het Franse deel van de Maas, waaruit een goede toestand van de rivier blijkt. Deze toestand verslechtert duidelijk tussen Ham-sur-Meuse (Frankrijk) en Hermalle (België), waaruit een toenemende impact van de menselijke activiteiten op de rivier blijkt. Dit deel van de rivier wordt geconfronteerd met huishoudelijke en industriële lozingen, wat leidt tot een toenemende organische verontreiniging en vermessing van bron tot monding. Bovendien hebben de kanalisering en andere inrichtingen voor de scheepvaart op verschillende manieren een invloed op de levensomstandigheden in de rivier, wat leidt tot een achteruitgang van de habitats, verdwijning van bepaalde habitats (zoals snelstromende gebieden)

en onstabiliteit van waterkanten en oevers. Het is wellicht deze achteruitgang van het fysieke milieu, meer dan de waterkwaliteit, die de geobserveerde wijziging van de populaties bij het binnenkomen van de rivier aan de Belgische grens verklaart. Meer stroomafwaarts leidt de combinatie van een toenemende verontreiniging van het water en de achteruitgang van de habitats in de rivier tot een sterke vermindering van de gevoelige en gespecialiseerde soorten, waardoor de daling van de diversiteit van de macro-invertebratenpopulaties te verklaren is. Terwijl de diversiteit minimaal is in het meest gekanaliseerde deel (Hermalle), heeft zij de neiging opnieuw toe te nemen in de niet-gekanaliseerde delen stroomafwaarts, met name in Kinrooi, waar organismen die gevoelig zijn voor de kwaliteit van het habitat geobserveerd werden in 2000-2001. Dit gedeeltelijk herstel heeft zich evenwel niet doorgezet in 2004-2005, wat er wellicht op wijst dat nog belangrijkere herstelmaatregelen dan tot nog toe moeten worden uitgevoerd.

4. Synthese en conclusies

Dit rapport, dat een synthetisch overzicht geeft van de resultaten die zijn behaald met de exploitatie gedurende 10 jaar van het Homogeen Meetnet van de Maas, maakt het mogelijk een oordeel te vormen over de evolutie van de kwaliteit van de rivier in het voorbije decennium.

Globaal gesproken verbetert de fysisch-chemische kwaliteit van het water van de rivier. Dat is bijvoorbeeld het geval voor de organische verontreiniging, die zeer recent is gedaald dank zij de zuiveringsinspanningen, die met name in het Waalse deel van het district zijn ondernomen. Daarvan getuigt bijvoorbeeld de dalende trend van CZV in verschillende meetstations, hoewel, voor de periode 1998-2007, de concentraties van opgeloste zuurstof weinig geëvolueerd zijn. Daarvoor laten de gegevens van de jaren 2008 en 2009, die niet zijn opgenomen in dit rapport, een zeer duidelijke stijging stroomafwaarts van Luik zien, wat het positieve resultaat van de inspanningen op het gebied van waterzuivering bevestigt.

De vermesting van de rivier, die vooral tot uiting komt door de soms bovenmatige groei van fytoplankton in de periode gaande van het voorjaar tot het najaar, wordt sinds een aantal jaren intensiever gemonitord. Zo is, in vergelijking met andere parameters, de meetfrequentie verdubbeld zodat een beter inzicht wordt verkregen van de variaties in de biomassa van fytoplankton, dat wordt gemeten door de concentraties van chlorofyl a, stikstof- en fosforconcentraties te bepalen. Wat betreft deze laatste parameter is weinig verandering op te merken in het decennium 1998-2007, maar er zijn gegevens over een langere periode nodig om de trends te onderkennen : zo wordt in een recente synthese (Descy et al., 2008) aangetoond dat de jaargemiddelden van orthofosfaten in Eijsden sinds de jaren 1970 met een factor 5 zijn gedaald. De nitraatgehaltes daarentegen zijn sinds 1970 met een gelijke factor gestegen in Ham-sur-Meuse. Gelet op deze langetermijnvariabiliteit is de evolutie over het laatste decennium minimaal. Dit toont het belang aan van door te gaan met het op gecoördineerde wijze verzamelen van gegevens over de kwaliteit van de Maas, door de verschillende partijen van de IMC, zodat langetermijntrends onderkend kunnen worden. Paradoxaal genoeg is chlorofyl a sterk gedaald in de meeste meetstations sinds enkele jaren, terwijl de concentraties van nutriënten weinig veranderd zijn. Deze verandering was het duidelijkst in de middenloop van de Maas, van Ham-sur-Meuse tot Eijsden. Deze spectaculaire daling van fytoplankton in de Maas is niet te verklaren door de factoren die de algenbloei normalerwijze bepalen: de aanname van een belangrijke filterende

werking door de exotische tweekleppige weekdieren, « Aziatische korfmosselen », is naar voren geschoven. Dit is allicht de enige geloofwaardige verklaring. Indien dat het geval is, heeft de invasie door de korfmosselen wellicht nog andere effecten op het ecosysteem, die nog moeten worden onderzocht.

Een groot deel van het rapport is gewijd aan de anorganische en organische micro-polluenten, waarbij een groot aantal van deze stoffen door de IMC worden beschouwd als Maasrelevante stoffen. De analyses van zware metalen, zowel in het water als in de zwevende stof, laten zien dat sommige polluenten, zoals zink en cadmium, wel degelijk nog altijd aanwezig zijn in de Maas, met concentraties die lokaal ruimschoots de drempel overschrijden van de groene klasse van het SEQ-Eau, die gebruikt wordt als toetswaarde omdat de MKN niet kunnen worden toegepast op de gemeten waarden (aangezien de MKN verwijzen naar de concentratie van opgelost metaal). Het specifieke geval van cadmium toont het belang aan van de tot standbrenging van het HMN : de verontreiniging is pas in 2006 gesignaleerd, op het ogenblik dat zij haar hoogtepunt had bereikt, terwijl deze reeds zichtbaar was vanaf 2004 door een stijging van de concentraties stroomafwaarts van Engis, meetpunt waar de verontreiniging wellicht haar oorsprong vond.

PAK zijn stoffen die men in onrustwekkende concentraties in het oppervlaktewater terugvindt en de Maas vormt daarop geen uitzondering. Daar waar men voor bepaalde PAK sinds 2003 een verbetering noteert – behoudens uitzonderlijke verontreinigingspieken – zijn er andere die de MKN van de richtlijn over de prioritare gevaarlijke stoffen ruimschoots overschrijden. Een gelijkaardige constatacie is gemaakt aan de hand van de meting van deze stoffen in zwevend stof.

Voor verschillende bestrijdingsmiddelen daarentegen die worden gemeten in het HMN, wijst de algemene trend veeleer op verbetering, zowel voor isoproturon, diuron als simazine, wat wellicht het resultaat is van het verbod op het gebruik van deze drie onkruidbestrijdingsmiddelen.

Ten slotte, de biologische kwaliteit van de rivier kon verschillende malen beoordeeld worden in de loop van het decennium, dank zij bemonsteringscampagnes van de benthische macro-invertebraten die in het kader van het HMN door de partijen van de IMC zijn georganiseerd. De resultaten van verschillende campagnes over de periode 1998-2005, geanalyseerd door specialisten in de ecologie van deze organismen, laten een goede tot zeer goede toestand zien op het Franse deel van de rivier. Daarentegen doet zich een geleidelijke verslechtering voor in de Waalse Maas, met pas een gedeeltelijk herstel op het Vlaamse en Nederlandse deel van de rivier. De oorzaken van deze verslechtingen zijn niet uitsluitend gelieerd aan de waterkwaliteit: zo is het water van de Belgische Maas stroomopwaarts van Namen van een fysisch-chemische kwaliteit die dicht aanleunt bij die van het Franse station stroomopwaarts van de Frans-Belgische grens. De analyse van de resultaten, en met name de belangrijke daling van de taxonomische diversiteit, toont aan dat de buitengewoon talrijke hydraulische inrichtingen van de Belgische Maas verantwoordelijk zijn voor het verlies aan aquatische habitats. Deze achteruitgang van het fysieke milieu heeft wellicht niet alleen een negatieve invloed op de macro-invertebraten, maar ook op de macrofyten en de vissen. Het is dan ook alleen maar met fysieke herstelmaatregelen dat men het ecologische potentieel van talrijke delen van de rivier zal kunnen verbeteren.

Een ander verontrustend probleem voor het ecosysteem van de Maas is dat van het hoge aantal exotische invasieve soorten, waarvan sommige een sterke groei kennen. Dit belangrijke aantal invasieve taxa getuigt van de kwetsbaarheid en de achteruitgang van het ecosysteem, waarbij opportunistische soorten meer kansen krijgen ten koste van inheemse soorten, en draagt

misschien voor een groot deel bij aan de belangrijke daling van de diversiteit op grote delen van de rivier.

De identificatie van deze problemen toont duidelijk aan dat men in de toekomst niet alleen moet doorgaan met de campagnes om de macro-invertebratenpopulaties te bestuderen, maar dat ook de middelen om de ecologische toestand of het ecologisch potentieel van de Maas te beoordelen, moeten worden versterkt. Eén van de doelstellingen van de implementatie van het nieuwe Homogene Meetnet, dat zijn data verkrijgt van het toestand- en trendmonitoring van de partners van de IMC, zou erin moeten bestaan de opvolging van de toestand van het Maas ecosysteem te versterken.

Referenties

Usseglio-Polatera, Ph. et J.-N. Beisel, 2010. Biomonitoring internationale de la Meuse - Evolution spatio-temporelle des peuplements macroinvertébrés benthiques sur la période 1998-2005. Programme de recherche de la Commission Internationale de la Meuse (CIM), Rapport final. Université Paul Verlaine, Metz, 131 p.

Descy, J.-P., P. Kestemont, E. Everbecq, G. Verniers, Ph. Usseglio-Polatera, P. Gérard, L. Viroux, J.-N. Beisel et J. Smits, 2008. The Meuse River Basin. In Rivers of Europe, eds Klement Tockner, Urs Uehlinger, Christopher T. Robinson, Department of Limnology, EAWAG/ETH, Switzerland, Publisher: Elsevier, London (UK), pp. 154-165.

October 2011

Bijlagen

Bijlage 1 – In de vloeibare fase gemonitorde parameters en stoffen.

1.	Algemene parameters
1.1	Debiet
1.2	Watertemperatuur
1.3	Opgeloste zuurstof
1.4	Zuurstofverzadiging
1.5	Zuurtegraad
1.6	Electrisch geleidingsvermogen bij 20°C
1.7	Zwevende stof
1.8	Chlorofyl-a
2.	Organische stoffen
2.1	Biochemisch zuurstofverbruik (BZV5)
2.2	Chemisch zuurstofverbruik (CZV)
2.3	Totaal organische koolstof
2.4	Opgeloste organische koolstof
3.	Vermestende stoffen
3.1	Totaal fosfor
3.2	Orthofosfaat
3.3	Totaal stikstof
3.4	Kjeldahl stikstof
3.5	Ammonium
3.6	Ammoniak
3.7	Nitriet
3.8	Nitraat
4.	Anorganische stoffen
4.1	Chloride
4.2	Sulfaat
4.3	Fluoride
4.4	Cyanide
5.	Zware metalen en metalloïden
5.1	Kwik
5.2	Nikkel
5.3	Zink
5.4	Koper
5.5	Chroom
5.6	Lood
5.7	Cadmium
5.8	Arseen
5.9	Boor
5.10	Seleen
5.11	Barium

6.	Organische microverontreinigingen
6.1	Fenol-index
6.2	Anionactieve detergenten (MBAS)
6.3	Bestrijdingsmiddelen
6.3.1	Lindaan
6.3.2	Simazine
6.3.3	Atrazine
6.3.4	Desethylatrazine
6.3.5	Diuron
6.3.6	Isoproturon
6.3.7	Endosulfan α
6.4	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)
6.4.1	Fluorantheen
6.4.2	Benzo(b)fluorantheen
6.4.3	Benzo(k)fluorantheen
6.4.4	Benzo(a)pyreen
6.4.5	Benzo(ghi)peryleen
6.4.6	Indeno(1,2,3-cd)pyreen
6.4.7	Fenantreen
6.4.8	Anthraceen
6.4.9	Pyreen
6.4.10	Benzo(a)anthraceen
6.4.11	Chryseen
6.4.12	Dibenzo (ah) anthraceen
6.5	Monocyclische aromatische koolwaterstoffen
6.5.1	Tolueen
6.5.2	Benzeen
6.5.3	Xyleen
6.6	AOX
7.	Microbiologische kwaliteit
7.1	Totale colibacteriën
7.2	Fecale colibacteriën
7.3	Fecale streptokokken

Bijlage 2 – In zwevende stof gemonitorde parameters en stoffen.

Korrelgrootteverdeling		Orgaanchloor	
Korrelgrootteverdeling (% <2 µm)		HCB	mg/kgDS
Korrelgrootteverdeling (% <16 µm)		Aldrin	mg/kgDS
Korrelgrootteverdeling (% <50 µm)		4,4 – DDE	mg/kgDS
Korrelgrootteverdeling (% <63 µm)		Dieldrin	mg/kgDS
Korrelgrootteverdeling (% >63 µm)		Endrin	mg/kgDS
Percentage droge stoffen		Isodrin	mg/kgDS
TOC	gC/kgDS	4,4 – DDT	mg/kgDS
Totaal fosfor	mgP/kgDS	2,4 – DDT	mg/kgDS
Kjeldahl stikstof	mgN/kgDS	Lindaan	mg/kgDS
Zware metalen		Heptachloorepoxyde	mg/kgDS
Arseen	mg/kgDS	Endosulfan	mg/kgDS
Cadmium	mg/kgDS	PCB	
Chroom	mg/kgDS	PCB 28	mg/kgDS
Koper	mg/kgDS	PCB 52	mg/kgDS
Kwik	mg/kgDS	PCB 101	mg/kgDS
Nikkel	mg/kgDS	PCB 118	mg/kgDS
Lood	mg/kgDS	PCB 138	mg/kgDS
Zink	mg/kgDS	PCB 153	mg/kgDS
PAK's		PCB 180	mg/kgDS
fluorantheen	mg/kgDS	Minerale oliën	
benzo(b)fluorantheen	mg/kgDS		
benzo(k)fluorantheen	mg/kgDS		
benzo(a)pyreen	mg/kgDS		
benzo(ghi)peryleen	mg/kgDS		
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgDS		
fenantreen	mg/kgDS		
anthraceen	mg/kgDS		
pyreen	mg/kgDS		
benzo(a)anthraceen	mg/kgDS		
chryseen	mg/kgDS		
dibenzo(a,h)anthraceen	mg/kgDS		

Bijlage 3 – Taxonomische lijst van macro-invertebraten.

Orde, Klasse, ...	Familie	Vereiste niveau	
PLECOPTERA	Leuctridae	g (genre)	
	Nemouridae	g	
	Perlidae	sp (espèce)	
	Chloroperlidae	sp	
	Perlodidae	sp	
	Taeniopterygidae	g	
	Capniidae	g	
	TRICHOPTERA	Beraeidae	g
Brachycentridae	g		
Ecnomidae	sp		
Glossosomatidae	g		
Goeridae	g		
Hydropsychidae	g		
Hydroptilidae	g		
Lepidostomatidae	g		
Leptoceridae	g		
Limnephilidae	tr		
Molannidae	g		
Odontoceridae	sp		
Phryganeidae	g		
Polycentropididae	g		
Psychomyiidae	g		
Rhyacophilidae	Super-g		
Sericostomatidae	g		
Thremmatidae	g		
EPHEMEROPTERA	Ameletidae	g	
	Baetidae	g	
	Caenidae	g	
	Ephemerellidae	sp	
	Ephemeridae	g	
	Heptageniidae	g	
	Isonychiidae	sp	
	Leptophlebiidae	g	
	Oligoneuriidae	sp	
	Polymitarcidae	sp	
	Potamanthidae	sp	
	Prosopistomatidae	sp	
	Siphonuridae	g	
	HETEROPTERA	Aphelocheiridae	sp
	Corixidae	g	
Gerridae	g		
Hebridae	g		
Hydrometridae	g		
Mesoveliidae	g		
Naucoridae	sp		
Nepidae	sp		

Orde, Klasse, ...	Familie	Vereiste niveau
	Notonectidae	g
	Pleidae	sp
	Veliidae	g
COLEOPTERA	Cucurlionidae	f (famille)
	Donaciidae - Chrysomelidae	sub-f (sous-famille)
	Dytiscidae	sub-f
	Eubriidae	sp
	Elmidae	g
	Gyrinidae	g
	Haliplidae	g
	Helodidae	g
	Helophoridae	g
	Hydraenidae - Limnebiidae	g
	Hydrochidae	g
	Hydrophilidae	sub-f
	Hydroscaphidae	sp
	Hygrobidae	sp
	Spercheidae	sp
DIPTERA	Anthomyidae (Muscidae)	f
	Athericidae	f
	Blephariceridae	f
	Ceratopogonidae	f
	Chironomidae	sub-f
	Culicidae	f
	Dixidae	f
	Dolichomidae	f
	Empididae	f
	Ephyridae	f
	Limoniidae	f
	Psychodidae	f
	Ptychopteridae	f
	Rhagionidae	f
	Scatophagidae	f
	Sciomyzidae	f
	Simulidae	f
	Syrphidae	f
	Tabanidae	f
	Thaumaleidae	f
	Tipulidae	f
ODONATA	Aeschnidae	g
	Calopterygidae	g
	Coenagrionidae	g
	Cordulegasteridae	g
	Cordulidae	g
	Gomphidae	g
	Lestidae	g
	Libellulidae	g
	Platycnemididae	g

Orde, Klasse, ...	Familie	Vereiste niveau
MEGALOPTERA	Sialidae	sp
PLANIPENNIA	Osmylidae	g
	Sisyridae	g
LEPIDOPTERA		g
HYMENOPTERA	Pyralidae	g
CRUSTACEA	Leptestheriidae	sp
	Limnadiidae	sp
	Triopsidae	sp
	Chirocephalidae	g
	Argulidae	g
	Niphargidae	f
	Gammaridae	f
	Crangonyctidae	sp
	Mysidae	f
	Talitridae	g
	Corophiidae	g
	Asellidae	g
	Cambaridae	sp
	Palaemonidae	g
	Astacidae	sp
	Atyidae	sp
	Grapsidae	sp
ARANEIDA	Argyronetidae	sp
HYDRACARINA		o
MOLLUSCA	Corbiculidae	sp
	Dreissenidae	sp
	Sphaeriidae	g
	Margaritiferidae	sp
	Unionidae	g
	Acroloxidae	sp
	Ancylidae	sp
	Bithyniidae	g
	Ferrissidae	sp
	Hydrobiidae - Bythinellidae	g
	Limnaeidae	g
	Neritidae	sp
	Physidae	g
	Planorbidae	g
	Valvatidae	g
	Viviparidae	g
POLYCHAETA		sp
OLIGOCHAETA	Lumbriculidae	f
	Tubificidae	f
	Naididae	f
	Haplotaxidae	f
	Lumbricidae	f
	Enchytraeidae	f
	Aelosomatidae	f

Orde, Klasse, ...	Familie	Vereiste niveau
	Branchiobdellidae	f
ACHAETA	Erpobdellidae	f
	Hirudidae	sp
	Glossiphoniidae	g
	Piscicolidae	f
TURBELLARIA	Dendrocoelidae	sp
	Dugesidae	g
	Planariidae	g
NEMATHELMINTHES		ph
NEMERTEA	Tetrastemmatidae	sp
HYDROZOA	Microhydridae	f
	Hydridae	f
	Clavidae	f
	Olindiidae	f
SPONGIARIA	Spongillidae	f
BRYOZOA	Paludicellidae	f
	Fredericellidae	f
	Plumatellidae	f
	Lophopodidae	f
	Cristatellidae	f

Bijlage 4 : Bemonsterings- en meetpunten HMN

