

## AquaTerra Europa kennis voor ATNL

Overzicht van nieuwe systeemkennis voor een beter beheer van verontreinigde Europese riviersystemen



Auteurs Jan Joziasse, Stefan Jansen en Jos Brils (allen TNO / Deltares)  
Contact Jan Joziasse, jan.joziasse@tno.nl  
LmW project Nr. P1027  
Deliverable Nr. NIEUW D1.5.1 (AT-EU kennis voor AT-NL)  
Deliverable Nr. Oud D1bA1-5 (Overzicht van geleverde AT-EU fysieke systeemkennis)  
D1bB1-9 (Overzicht van geleverde AT-EU maatschappelijke systeemkennis)  
Document status Definitief  
Versie d.d. 31 mei 2008

Verspreidingsniveau		
PUB	<u>P</u> ubliek, vrij verspreidbaar	X
GCLB	<u>G</u> elimiteerd: alleen voor <u>c</u> onsortiumleden, <u>L</u> mW projectbureau en <u>b</u> egcie	
GG	<u>G</u> elimiteerd: tot groep <u>g</u> especificeerd door consortium	
GC	<u>G</u> elimiteerd: alleen voor <u>c</u> onsortiumleden (bijv. in geval van concept)	

## Inhoud

1.	Inleiding .....	3
1.1.	Woord vooraf .....	3
1.2.	AquaTerra achtergrond .....	3
1.3.	AquaTerra structuur .....	4
2.	Overzicht van bereikte resultaten in AquaTerra.....	6
2.1.	Inleiding .....	6
2.2.	Brévilles stroomgebied.....	7
2.3.	Ebro stroomgebied.....	8
2.4.	Maas stroomgebied (inclusief Dommel case).....	10
2.5.	Elbe stroomgebied .....	13
2.6.	Donau stroomgebied.....	15
3.	Enkele voorlopige conclusies en aanbevelingen .....	17
4.	Van AquaTerra resultaat naar praktijktoepassing.....	19
4.1.	Toepassing in NL waterbeheerpraktijk .....	19
4.2.	Toepassing in KRW Stroomgebiedbeheersplannen .....	19
5.	Literatuur.....	22
	Bijlagen .....	23
	Bijlage 1 – Afkortingen .....	23
	Bijlage 2 – Overzicht in tabellen van de binnen AquaTerra bereikte resultaten .....	25
	Bijlage 3 – Eerste ideeën voor AquaTerra vervolgonderzoek .....	53

## 1. Inleiding

### 1.1. Woord vooraf

Het AquaTerra project maakt deel uit van het zesde kader Programma (KP6) van de Europese Commissie. Het is van start gegaan in 2004 en zal tot medio 2009 doorgaan. Inmiddels loopt het project dus tegen het eind en er zijn vele resultaten gerapporteerd. In deze rapportage belichten we een selectie van de voorlopige resultaten die het project tot nu toe heeft opgeleverd, met speciale aandacht voor de resultaten voor de Dommel (één van de bestudeerde cases in AquaTerra). Dit rapport is het vervolg op een eerdere notitie die is uitgebracht als ATNL deliverable nr. D1bA1-5 & D1bB1-9 (maart 2007).

### 1.2. AquaTerra achtergrond

De wereld van het waterbeheer is volop in beweging. Op Europees niveau stuurt de Kaderrichtlijn Water (KRW) waterbeheerders aan om belangrijke maatregelen te nemen, om per 2015 te voldoen aan strenge waterkwaliteitscriteria. Daarnaast moet er ook anders met waterkwaliteit worden omgegaan. Ten eerste komt nu het geïntegreerde beheer van rivieren op stroomgebiedniveau centraal te staan. Dit schept voor veel riviersystemen de noodzaak (en opportuniteit) om waterkwaliteitsproblemen grensoverschrijdend aan te pakken, wat in het bijzonder voor riviersystemen zoals de Maas en de Donau van groot belang is. Een tweede belangrijke verandering is de centrale rol van ecologische eindpunten van waterkwaliteit. Dit maakt het ook noodzakelijk te weten hoe de relatie is tussen gehalten van stoffen die gemeten worden, de mate waarin deze stoffen biologisch beschikbaar zijn, en de uiteindelijke effecten op organisme- en ecosysteemniveau en aldus de biodiversiteit. Een cascade waarin nog vele vraagtekens aanwezig zijn.

Naast de KRW wordt er ook gewerkt aan de invoering van de dochterrichtlijn Grondwater. Men heeft beseft dat de systemen Oppervlaktewater en Grondwater niet los van elkaar gezien kunnen worden. Dit biedt weliswaar kansen voor nog beter beheer van het totale watersysteem, maar maakt het geheel weer een stuk complexer. Om hier goed mee om te kunnen gaan is het noodzakelijk een duidelijk beeld te hebben van de interactie tussen grond- en oppervlaktewater. Verder spelen er nog een aantal andere richtlijnen, zoals de Nitraat Richtlijn. Voor kust- en zeewateren is de Kaderrichtlijn Marien in voorbereiding.

Tenslotte zijn er grote vragen over de effectiviteit van maatregelen en over de mogelijke effecten van veranderingen in landgebruik en klimaatverandering. Deze laatste verandering zal met grote waarschijnlijkheid invloed hebben op neerslaghoeveelheden en grondwaterstanden, en het is de vraag wat hiervan de uitwerkingen zijn op riviersystemen.

Riviersystemen zijn van oudsher gebieden van grote menselijke activiteit. Dit werkt twee kanten uit. Ten eerste oefenen mensen grote druk uit op het systeem, onder andere door agrarische en industriële activiteiten. Hiernaast zijn mensen ook van de diensten riviersystemen afhankelijk: deze vormen immers een bron van drink-, proces- en koelwater, en hebben een belangrijke ecologische en hydrologische (buffer)functie (samengevat onder de noemer 'eco-steemdiensten'. Rivieren zijn uitermate dynamische, complexe, maar ook

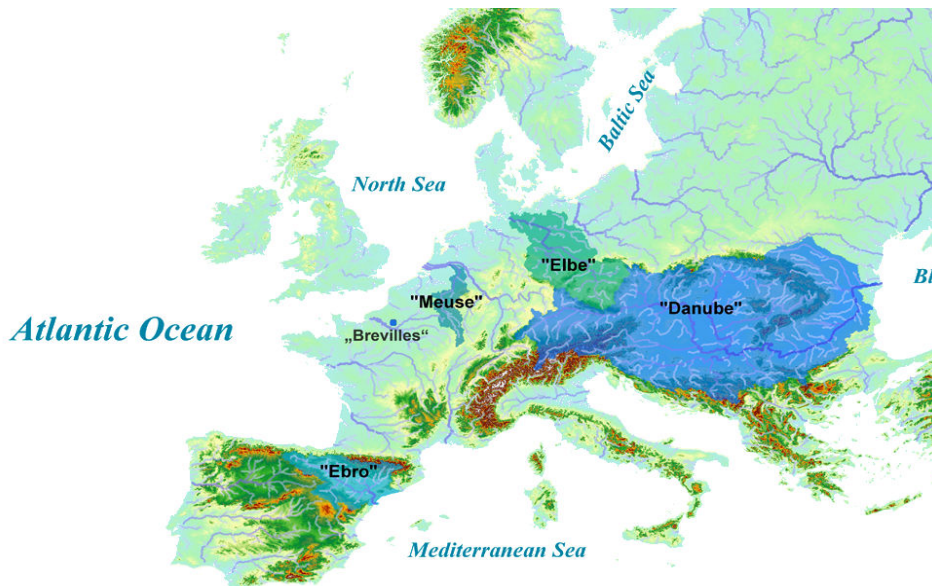
veerkrachtige systemen, waarin het lastig is om de effecten van menselijk handelen te onderscheiden van natuurlijke veranderingen.

Er is dus grote behoefte aan meer geïntegreerde kennis en richtlijnen voor het beheer van deze complexe rivier- en grondwatersystemen. Het AquaTerra Europa project (verder aangeduid als AquaTerra) richt zich hierop. Het doel van het project is driedelig:

1. De ontwikkeling van een geïntegreerde modelaanpak voor het rivier-sediment-bodem-grondwatersysteem. Deze modelaanpak moet waterbeheerders helpen de effecten in te schatten van klimaatverandering en uitputting of aantasting van het natuurlijke systeem te voorkomen;
2. De ontwikkeling van specifieke instrumenten om de relevante parameters voor een dergelijke modelaanpak te bepalen;
3. Het verschaffen van een verbeterde wetenschappelijke basis voor duurzamer beheer van de natuurlijke hulpbronnen. Deze wetenschappelijke basis is multidisciplinair van aard: Voor effectieve beheersmaatregelen is niet alleen kennis nodig van het natuurlijke systeem, maar ook van socio-economische processen. Daarnaast zouden idealiter ook beheersmaatregelen en hun effectiviteit moeten worden onderzocht. Dit laatste is echter géén aandachtspunt in AquaTerra.

### 1.3. AquaTerra structuur

Binnen AquaTerra wordt gekeken naar vijf verschillende riviersystemen door heel Europa: de Brévilles, Elbe, Maas, Ebro en Donau (fig. 1). In ATNL deliverable nr. D1bA1-5 & D1bB1-9 (maart 2007) zijn meer gegevens over deze stroomgebieden opgenomen.



**Figuur 1.** Binnen AquaTerra bestudeerde riviersystemen

Het AquaTerra project is multidisciplinair opgezet. Riviersystemen worden belicht door een brede groep van deskundigen, variërend van chemici, hydrologen en microbiologen tot beleidswetenschappers. Hierdoor ontstaat een breed beeld van de problemen en de mogelijkheden tot het nemen van maatregelen. Om ook te weten te komen welke behoeftes en mogelijkheden er liggen in de praktijk, worden in elk van de vijf bestudeerde riviersystemen bovendien bijeenkomsten met belanghebbenden georganiseerd. Hierdoor ontstaat op Europese schaal een beeld van natuurlijke processen, bedreigingen en mogelijkheden tot actie (beheer), en zijn mogelijk interessante parallellen te trekken. Samenvattend kunnen we zeggen dat het project in meerdere opzichten grensoverschrijdend is: het kijkt over wetenschappelijke, nationale en fysieke (systeem) grenzen heen. Maar ook – zij het in beperkte mate – over de grens tussen wetenschap aan de ene kant en beleid en beheer aan de andere kant. AquaTerra mikt er hierbij op, dat haar belangrijkste resultaten al weerslag vinden bij het opstellen van de tweede generatie stroomgebiedbeheersplannen voor de KRW (ca. 2012).

Het AquaTerra project bestaat uit verschillende deelprojecten. Deelproject HYDRO richt zich op wisselwerking tussen klimaatverandering en hydrologie. De rol van de bodem als filter-, bodem- en reactiedrum wordt onderzocht binnen BIOGEOCHEM. Binnen FLUX wordt het transport en de omzetting van anorganische en organische vaste en opgeloste stoffen onderzocht. TREND onderzoekt vervolgens hoe veranderingen in de toestand van verschillende van deze natuurlijke omstandigheden, bijvoorbeeld door verontreiniging of klimaatverandering, kunnen leiden tot ecologische effecten (trends), of hoe dergelijke trends kunnen worden ontdekt. Deelproject MONITOR omvat de ontwikkeling van nieuwe analytische methoden voor de detectie van in het bijzonder nieuwe en/of nog niet gereguleerde stoffen. Binnen BASIN worden voor vijf verschillende stroomgebieden door heel Europa met diverse omstandigheden en problemen casestudies uitgevoerd naar relevante processen. Het COMPUTE deelproject combineert de bèta-deeluitkomsten van de diverse subprojecten om te komen tot een modelbeschrijving. EUPOL en INTEGRATOR plaatsen de resultaten binnen een sociaal-economische context. KNOWMAN tenslotte zorgt voor de verspreiding van informatie over wetenschappelijke en maatschappelijke belanghebbenden.

Vanwege de complexe structuur van AquaTerra, is er veel aandacht gegeven aan een website waar de informatie goed en publiek toegankelijk is: [www.eu-aquaterra.de](http://www.eu-aquaterra.de) .

## 2. Overzicht van bereikte resultaten in AquaTerra

### 2.1. Inleiding

Binnen AquaTerra zijn de projectresultaten op de volgende wijze geëvalueerd: Er is een enquêteformulier en een ‘tool’<sup>1</sup> assessment’ formulier. Deze zijn aan de werkpakketleiders toegestuurd. Vervolgens zijn de formulieren tijdens telefonische interviews – met een duur van ca. 1 à 2 uur – ingevuld door de interviewer. Tenslotte is een overzicht van de verkregen resultaten vervaardigd. In totaal zijn er 31 telefonische interviews gehouden (met alle 25 werkpakketleiders en zes additionele onderzoekers).

De enquête was erop gericht de belangrijkste resultaten (‘key findings’) te bepalen die het AquaTerra onderzoek heeft opgeleverd. Voorafgaand aan het invullen van de enquête waren de ‘key findings’ – onderverdeeld in “kennis en data”, of “tool” – door de werkpakketleiders geselecteerd. Het beoordelingsformulier voor de ontwikkelde ‘tools’ moet inzicht geven in het toepasbaarheidsgebied en de randvoorwaarden, de overdraagbaarheid naar andere stroomgebieden, andere schaalgroottes, etc., de economische haalbaarheid (indien relevant) en het maatschappelijke draagvlak (indien relevant). Na elk interview is een samenvatting opgesteld in de vorm van een ‘fact sheet’, waarin beknopt de ‘key findings’ zijn omschreven en de toepasbaarheid voor de belangrijkste stroomgebiedbeheersvragen. Alle samenvattingen van de interviews werden ter validatie aan de geïnterviewden toegezonden.

In bijlage 2 worden de resultaten van deze enquête weergegeven in 32 tabellen (B2.1 t/m B2.32).

De meeste ‘key findings’ (39 van de 41) betreffen het verbeteren van de karakterisering van het bodem-water-sediment systeem. Ongeveer de helft (21) gaan over trendvoorspelling en bijna even veel (18) over systeemmonitoring.

Met een omgekeerde benadering kunnen de ‘key findings’ ook worden weergegeven voor elke geselecteerde stroomgebiedbeheerskwesitie (zie bijlage 2 tabel B2.8 – B2.17). Op deze manier is een ‘quick scan’ mogelijk van de wijze waarop de belangrijkste resultaten van AquaTerra kunnen helpen om een beheerskwesitie op te lossen.

De ‘key findings’ zijn zeer relevant voor technische eindgebruikers. Dit is inherent aan de aard van het AquaTerra project (voornamelijk onderzoek dat technische output levert). De meeste kennis en data zijn ook relevant voor beheerders, omdat de resultaten helpen het begrip van het water-bodem-sedimentsysteem te vergroten en daarmee een betere wetenschappelijke basis voor rivierbeheer leveren. De relevantie voor deze categorie van gebruikers is wel van meer algemene aard dan die voor de technische eindgebruikers.

In de secties hierna worden de specifieke doelstellingen, de bereikte resultaten en de toepasbaarheid van deze resultaten voor de vijf in AquaTerra bestudeerde stroomgebiedcases (Brevilles, Ebro, Maas – inclusief de Dommel –, Elbe en Donau) nader belicht.

---

<sup>1</sup> Vanwege de link met de bijgevoegde tabellen (bijlage 2) en omdat het Engelse woord ‘tool’ (gereedschap) in het wetenschappelijke jargon al ver is ingeburgerd, is er voor gekozen om dit woord onvertaald te laten.

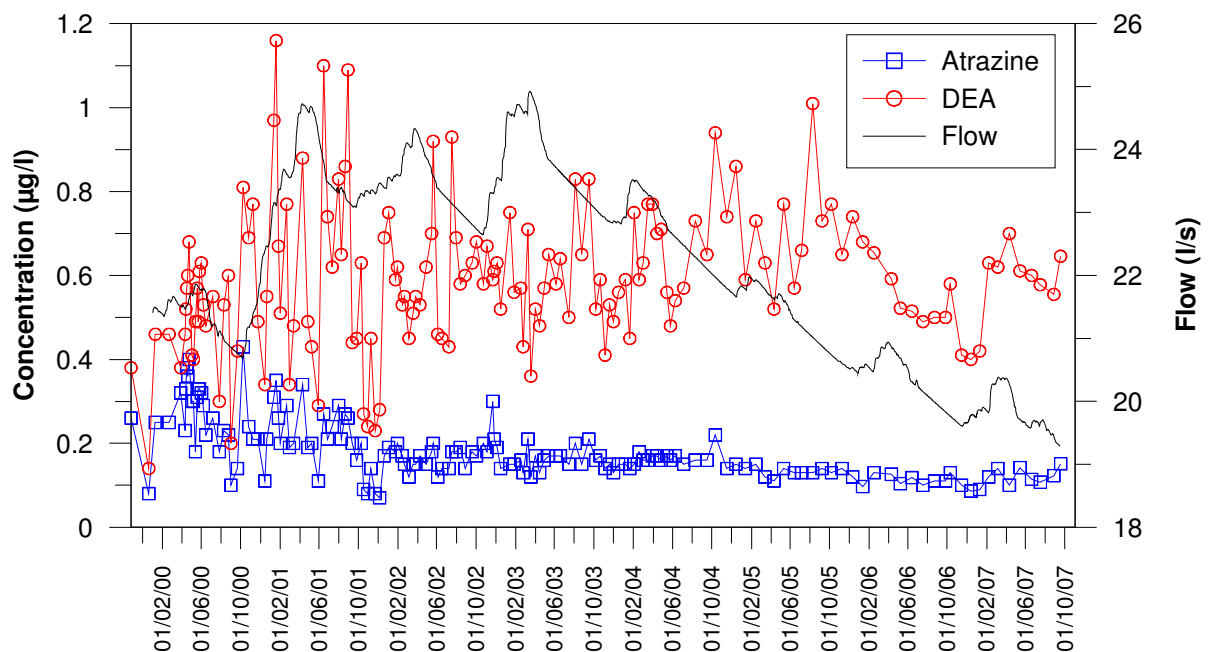
## 2.2. Brévilles stroomgebied

### 2.2.1. Doelstelling

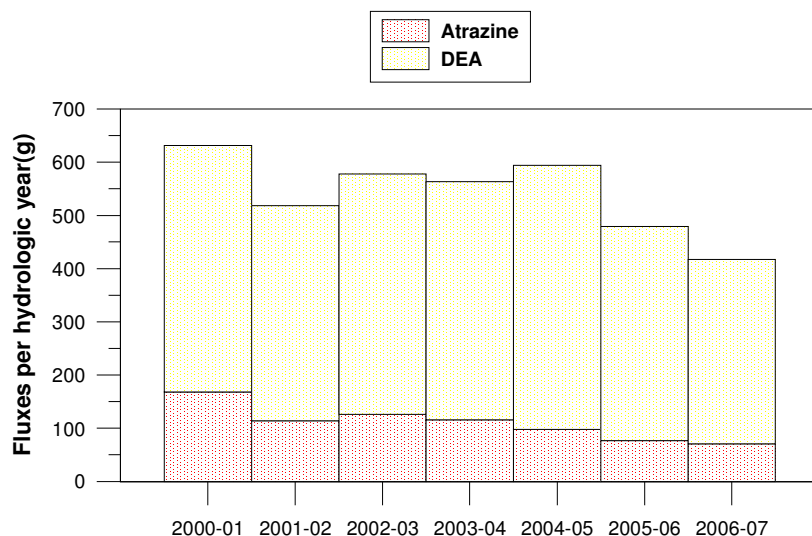
Integreren en kwantificeren van verstoringen van de grondwaterkwaliteit ten gevolge van landgebruik (landbouw) die worden veroorzaakt door een belangrijke verandering in de bedrijfsvoering in de landbouw (het vervangen in het jaar 2000 van atrazine door acetochloor, een recent geregistreerde pesticide).

### 2.2.2. Belangrijkste resultaten

De Brévilles, vroeger een belangrijke bron voor lokale drinkwaterlevering, werd losgekoppeld van het distributienetwerk in augustus 2001, vanwege overschrijding van de waterkwaliteitsnormen voor pesticide- en nitraatconcentraties. Voortgezet onderzoek aan dit systeem liet zien dat pesticiden zoals atrazine met een toepassingsverbod in 1999 (vier jaar voor het officiële verbod in Frankrijk) samen met hun metabolieten bijna negen jaar na het einde van de toepassing nog worden teruggevonden in het grondwater en in de bron, zonder een significante vermindering van de concentratie (met name voor deethylatrazine, zie figuur 2.1). De data (ruwe data en geschatte fluxen, zie figuur 2.1 en 2.2) wijzen op persistentie en langzaam transport van atrazine en metabolieten in de ondergrond (Barth et al., 2008).



**Figuur 2.1** Reconstructed and corrected flow, atrazine and deethylatrazine (DEA) concentrations measured at the Brévilles spring



**Figuur 2.2 Atrazine and deethylatrazine (DEA) fluxes per hydrologic year exported at the Brévilles spring**

### 2.2.3. Toepasbaarheid van de resultaten

De resultaten van het Brévilles gebied suggereren persistentie en langzaam transport van atrazine. Lokale waterbeheerders en beleidsmakers moeten hier rekening mee houden in hun plannen voor toekomstig watergebruik en tevens met de tijd die het duurt voordat maatregelen die worden getroffen om de waterkwaliteit te beschermen, effectief worden.

Het Brévilles onderzoek heeft kennis opgeleverd over het transport van pesticiden uit de bodem naar het grondwater. Als de verontreinigingsproblematiek wordt opgeschaald naar grotere schaal, zou dit leiden tot nog langere tijdperioden voordat de pesticide in de ondergrond wordt omgezet (Barth et al., 2008). De geïntegreerde monitoring van de grondwaterkwaliteit, gekoppeld met het gebruik van verschillende hulpmiddelen (modellen, isotopengeochemie, tracer testen, geofysica, ...) is een veelbelovende wetenschappelijke aanpak. De implementatie van de KRW zal dit type benadering op een gedetailleerde onderzoeksschaal ook vereisen (Baran et al., 2007). De persistentie van atrazine en het feit dat het vervangende middel tot op heden niet is gedetecteerd in het grondwater, is van belang voor het beheer van de watervoerende pakketten, in het kader van de ontwikkelingen in de regelgeving.

## 2.3. Ebro stroomgebied

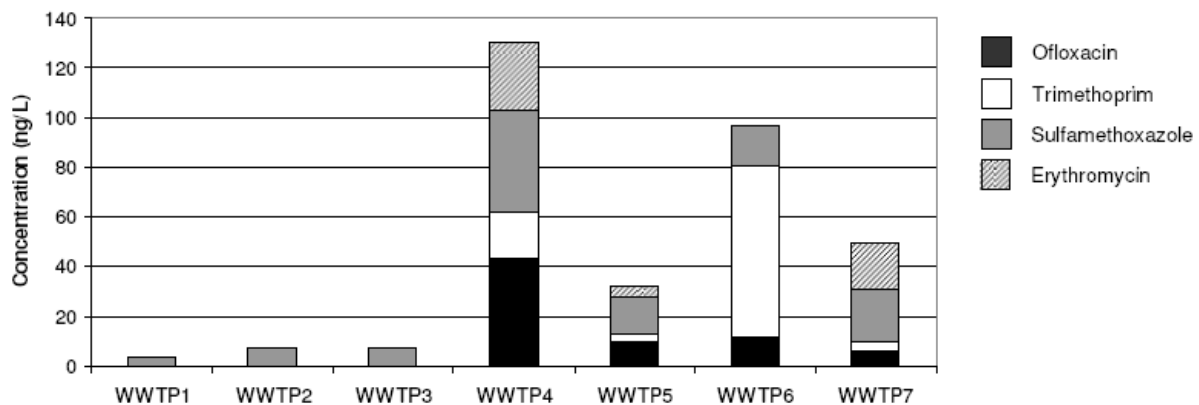
### 2.3.1. Doelstelling

Analyse van de kwetsbaarheid van het Ebro stroomgebied in aanwezigheid van industriële activiteit en agrarisch gebruik. Voor grondwater ligt de nadruk op de watervoerende pakketten (poreus en karstisch), voor oppervlaktewater op watercirculatie van het rivierwater, de run-off coëfficiënt en het belang van bodemerosie.

### 2.3.2. Belangrijkste resultaten

Er is een GIS systeem ontwikkeld voor de interpretatie van historische analyses en monitoring data (Terrado et al., 2006). RWZI's zijn geïdentificeerd als bronnen voor waterverontreiniging door farmaceutica in het Ebro stroomgebied, zie figuur 2.3 (Gros et al.,

2007). Conventionele afvalwaterbehandeling, toegepast in zeven RWZI's in het Ebro stroomgebied, is niet in staat gebleken om efficiënt het brede bereik aan bestudeerde farmaceutica effectief te verwijderen. Uitzonderingen zijn pijnstillers en ontstekingsremmers, zoals ibuprofen, diclofenac en –het in Nederland niet verkrijgbare - mefenaminezuur, die met een rendement van meer dan 80 % worden verwijderd. De overige verbindingen worden slecht, of soms in het geheel niet verwijderd (voorbeelden zijn carbamazepine, macrolide antibiotica en trimethoprim). In het rivierwater treedt een belangrijke verdunning op van het afvalwater, zodat de concentratie in het  $\text{ng.l}^{-1}$  bereik komen<sup>2</sup>. In het gebied van de Cinca werden gebromeerde vlamvertragers geïdentificeerd (Eljarrat et al., 2007).



**Figuur 2.3 Concentrations of the most ubiquitous antibiotics detected in river water downstream of the wastewater treatment plants (WWTP) monitored along the Ebro river basin in Spain**

### 2.3.3. Toepasbaarheid van de resultaten

De AquaTerra data voor prioritaire stoffen in het Ebro gebied zijn afkomstig van dezelfde monsternamenpunten als gebruikt door de CHE (Confederacion hidrografica del Ebro, het bevoegd gezag voor het stroomgebiedbeheer). Hierdoor is het mogelijk de verontreinigende stoffen te inventariseren, concentratieniveaus te vergelijken en trends vast te stellen. Analyse van industriële effluënten bracht aan het licht dat de hexabromocyclododecaan (HBCD) verontreiniging van de Cinca rivier (een zijtak van de Ebro) waarschijnlijk wordt veroorzaakt door de industrie die expandeerbaar polystyreen en Acrylonitril-Butadien-Styreen produceert en stoffen behandelt met vlamvertragers. Het uitkomsten van het onderzoek werden gebruikt om emissielimieten vast te stellen voor de PVC en textielindustrie in het Cinca gebied.

In het Ebro werkpakket is de koppeling van chemometrische data analyse met het gebruik van geostatistische methoden een krachtige procedure gebleken om de meest significante ruimtelijke en maandelijkse variaties in de verontreinigingspatronen vast te stellen. Daarbij wordt rekening gehouden met de specifieke geografische structuur van het studiegebied. Het verkregen inzicht in verontreinigingspatronen door farmaceutica is ook toe te passen in andere stroomgebieden. In de toekomst moeten de milieudata worden vergeleken met regionale economische cijfers.

<sup>2</sup> Ander – nog groter – probleem in dit deel van Spanje is echter een sterk toenemende waterschaarste vanwege gebrek aan regen, zodat verdunning steeds minder een oplossing biedt. De situatie is momenteel dramatisch. Het watervolume dat is opgeslagen in de reservoirs is slechts genoeg voor vijf maanden (persoonlijk opmerking Damia Barcelo, AquaTerra General Assembly, Cracow, april 2008).

## 2.4. Maas stroomgebied (inclusief Dommel case)

### 2.4.1. Doelstelling

Voor het Nederlandse Maasstroomgebied wordt een beslissingsondersteunend systeem (DSS) ontwikkeld waarmee de chemische speciatie van zware metalen in poriewater van uiterwaardensedimenten kan worden geschat onder variërende milieuocondities. Effecten van herinrichtingsmaatregelen worden duidelijk gemaakt met behulp van vergelijkingen tussen scenario's. Voorts is het doel bij te dragen aan de verbetering van bodem-, sediment-, grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit in het Dommel stroomgebied. Het doel voor het Belgische deel van de Maas is kwantificering van effecten op de grondwaterkwaliteit als gevolg van rivier-grondwater interactie en kwantificering van gekoppelde ecotoxicologische effecten van verontreinigende stoffen in sediment, zwevend stof en oppervlaktewater op aquatische organismen.

### 2.4.2. Belangrijkste resultaten

#### Dommel

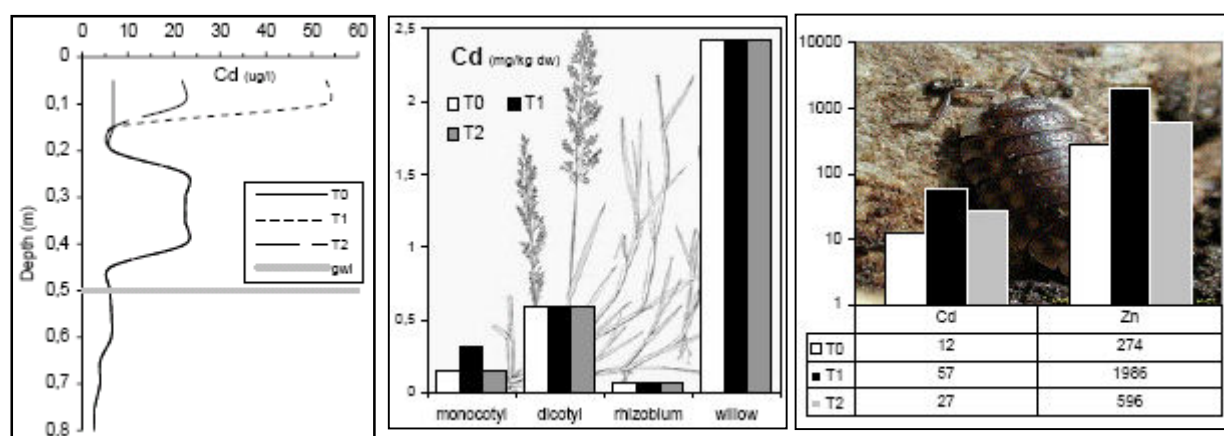
*Brede stoffenanalyse:* In AquaTerra is in 2005 een brede analyse (circa 65 elementen) uitgevoerd van opgeloste stoffen in de Boven-Dommel en haar zijrivieren de Run, Keersop, Tongelreep en Grote Aa. Uit dit onderzoek bleek dat in de Boven-Dommel naast cadmium en zink veel elementen in verhoogde concentraties in het water aanwezig zijn, die niet in standaard monitoringprogramma's zijn opgenomen, zoals zilver, thallium, rubidium, kobalt en molybdeen.

*Grondwaterdatering:* In AquaTerra is ook de relatie onderzocht tussen de grondwaterkwaliteit en de ouderdom van grondwater. De Europese Grondwaterrichtlijn vraagt om omkering van opwaartse trends in grondwater in de concentraties van onder andere landbouwgerelateerde verontreinigingen. Het aantonen van een dalende trend in de tijd is echter moeilijk, vanwege onzekerheden over de reistijd van het grondwater (en de verontreinigingen) naar monitoringpeilbuizen. Op basis van aangetoonde concentraties op een bepaald moment kan niet worden nagegaan wanneer een verhoogde input van verontreinigende stoffen heeft plaatsgevonden.

In dit onderzoek is binnen het provinciaal meetnet van de provincie Noord-Brabant de ouderdom van het grondwater uit monitoringpeilbuizen bepaald met behulp van tritium/helium-isotopendatering. De datering is gebaseerd op het verval van tritium ( $^3\text{H}$ ) en de aanwezigheid van het vervalproduct helium ( $^3\text{He}$ ). Door de tritium/helium verhouding te bepalen, kan de ouderdom van grondwater worden vastgesteld. Hoe ouder het grondwater, hoe meer tritium is vervallen tot helium. Uit de verhouding kan dan ook de reistijd van het grondwater in de bodem worden berekend. Door de ouderdom van het grondwater te koppelen aan de concentratie van verontreinigende stoffen, kan voor de grondwaterkwaliteit een trend in de tijd worden waargenomen. Dit is onder andere voor nitraat gedaan. Het karakteriseren van deze trend gaf zo ook inzicht in de effectiviteit van maatregelen voor verbetering van de grondwaterkwaliteit. Zo is in het onderzoek gebleken dat de nitraatconcentraties in het grondwater vanaf 1985 een neerwaartse trend vertonen. Dit als gevolg van het door de Europese nitraatrichtlijn gestuurde Nederlandse mestbeleid, dat in datzelfde jaar is ingegaan.

*Uitgespoeld grondwater:* Binnen AquaTerra is voor het stroomgebied van de Dommel ook een grondwatermodel ontwikkeld, waarmee de interactie tussen grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit kan worden onderzocht. Hiermee kan worden nagegaan hoe bodemverontreiniging via uitspoeling bijdraagt aan de verontreiniging van oppervlaktewater.

**Biochem DSS:** Het Biochem DSS is speciaal ontworpen om de beschikbaarheid van zware metalen in het poriewater van uiterwaardensedimenten onder variërende milieuecondities (bijv. redoxpotentiaal) te voorspellen. Het bestaat uit een chemische en een ecotoxicologische module. De chemische module kwantificeert de poriewaterconcentratie van zware metalen als functie van een aantal fysische en chemische parameters die de speciatie van de verschillende componenten van het systeem bepalen. De ecotoxicologische module kwantificeert de biologische beschikbaarheid van metalen voor geselecteerde organismes (planten en macrofauna). Een case studie met twee sedimentatiescenario's is uitgevoerd in de Dommel, zie figuur 2.4. De actuele risico's van zware metalen zijn afhankelijk van het type landgebruik en van de habitat en populaties van belangrijke soorten organismen die aanwezig zijn of in toekomstige situaties worden verwacht.



**Figuur 2.4** Some results of the Dommel case study

Resultaten voor het T1 scenario (10 cm sedimentatie van Dommel sediment met een slechte kwaliteit) leveren een toename op van de concentratie van alle metalen in de toplaag, behalve arseen, vergeleken met de huidige situatie (het T0 scenario). In het T2 scenario wordt de metaalbelasting uit de Eindegatsloop (t.g.v. lozing van de Umicore fabriek) tot 0 gereduceerd. Dit scenario leidt tot minder hoge concentraties in het poriewater van de toplaag. Voor de meeste plantengroepen is een sedimentatielaag van 10 cm te dun voor fysisch contact tussen sediment en wortels. Voor monocotylen (grassen) is dit echter niet het geval en zijn er effecten te verwachten. Grassen zijn een belangrijke voedselbron voor de meeste herbivoren. Beide sedimentatiescenario's voorspellen tot een toename in de lichaamsconcentraties van invertebraten, zoals in figuur 2.4 getoond voor de pissebed (*Porcelio scaber*). Dit leidt tot een potentiële toename van metaalgehalten in de voedselketen.

## Maas

Bioassays en chemische analyses zijn gebruikt om gekoppelde ecotoxicologische effecten van contaminanten uit sediment, zwevende stof en de waterfase op aquatische organismen te kwantificeren. De 'biogenic capacity' worden beschouwd als een maat voor de toxiciteit en de voedingswaarde van zwevend stof. De studie naar ecotoxicologische effecten toonde aan dat in het Maassysteem een verontreinigingsgradiënt aanwezig is van bovenstrooms naar benedenstrooms in het Belgische deel van de Maas.

Voor de Flémalle site bij Luik, een groot industriegebied (voormalige cokesfabriek) langs de Maas, is een methode (grondwaterstromings- en transportmodel) ontwikkeld om de vracht van stoffen in het oppervlaktewater te kwantificeren. In de loop van 2008 zal dit gereed

komen. Het nieuwe hydrologische model voor de Geer (zijrivier van de Maas, in het Nederlands de Jeker) is specifiek ontwikkeld om rekening te houden met de gevolgen van klimaatverandering. Het model geeft een geïntegreerde beschrijving van het gedrag van oppervlaktewater en (ondiep) grondwater, met speciale aandacht voor grondweraanvullingsprocessen, die te beschouwen zijn als sleutelementen in de context van grondwaterbeheer in het licht van klimaatverandering.

#### 2.4.3. Toepasbaarheid van de resultaten

##### Dommel

*Brede stoffenanalyse:* ABdK en waterschap de Dommel hebben op advies van TNO en na overleg met de provincie Noord-Brabant en de GGD besloten om na te gaan of de nieuwe kennis over stoffen (zie sectie 2.4.2.) aanleiding geeft om de bestaande aanpak te wijzigen. Deze aanpak is gestoeld op het zoveel mogelijk beperken van lozingen (in dit geval vanuit Vlaanderen) en de gebruikers van oppervlaktewater – zoals kanoërs en (sport)vissers – via folders en persberichten te informeren over de slechte kwaliteit van het oppervlaktewater in deze regio. Er zijn daarvoor aanvullende metingen verricht naar het voorkomen van diverse, vaak weinig onderzochte elementen in het oppervlaktewater. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het Interreg-project BeNeKempen. Naar aanleiding van dit brede onderzoek is geconcludeerd dat de reeds ingezette aanpak gehandhaafd kan worden.

*Grondwaterdatering:* Omroep Brabant heeft naar aanleiding van een persbericht een korte TV-opname over het grondwaterdateringsonderzoek (zie sectie 2.4.2.) gemaakt. Tevens verschenen in de kranten Brabants Dagblad en BN De Stem artikelen over het onderwerp. Het resultaat van dit onderzoek is ook opgenomen in de handelingen van de Tweede Kamer in het kader van het debat over de toetsing van de nieuwe mestwet.

*Uitgespoeld grondwater:* Het ontwikkelde grondwater/oppervlaktewaterinteractie model (zie sectie 2.4.2.) is in het kader van het Interreg-programma BeNeKempen en in opdracht van ABdK en de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) verder doorontwikkeld tot een grensoverschrijdend grondwatermodel. Met dit regionaal grondwatermodel kan met een fijnere resolutie op grote schaal gerekend worden. Alle bronnen van verontreiniging zijn in het model opgenomen en aan de hand van scenario's kan door beheerders worden onderzocht of processen te sturen zijn en hoe effectief maatregelen zijn. Het grondwatermodel is vervolgens door ABdK gebruikt bij het ontwerpen van het monitoringmeetnet in de Kempen. In het meetnetontwerp zijn gebieden aangewezen waar gemeten zou moeten worden en ook randvoorwaarden opgesteld voor de locatie van meetputten. De resultaten uit het meetnet worden daarna weer gebruikt als input voor het grondwatermodel. De provincie Limburg en de waterschappen Peel en Maasvallei en Roer en Overmaas gaan dit model nu ook toepassen.

ABdK laat tevens een omvangrijke datering van het grondwater uitvoeren binnen het meetnet in de Kempen. Dit wordt mede gedaan om betrokken bestuurders en burgers een idee te geven van de termijn waarop veranderingen in de grondwaterkwaliteit plaatsvinden na toepassing van een beheersmaatregel. Dit is ook belangrijke kennis bij het vaststellen van realistische doelstellingen voor de (grond-)waterkwaliteit.

Uit een studie in opdracht van provincie Noord-Brabant blijkt dat in de meeste Brabantse stroomgebieden input van het grondwater de belangrijkste bron is van oppervlaktewaterverontreiniging. Vooral onder natte omstandigheden, wanneer het bovenste grondwater langs korte stroombanen via sloten, greppels, drains en via oppervlakteafstroming de beken bereikt, worden veel verontreinigende stoffen, zoals koper, zink en nitraat, meegevoerd naar het oppervlaktewater. Rijkswaterstaat laat binnenkort op landelijk niveau een onderzoek uitvoeren naar de bijdrage van grondwater aan de kwaliteit van het oppervlaktewater.

*Biochem DSS*: Berekeningen met het BioChem DSS (zie sectie 2.4.2.) voor het Dommel gebied lieten zien dat de beschikbaarheid van zware metalen (gerelateerd aan de poriewaterconcentratie) ecologische risico's met zich mee kan brengen, waarbij de metalen zich ophopen in de voedselketen. In de beleidsvorming ten aanzien van planning van het landgebruik is het daarom noodzakelijk rekening te houden met de beschikbaarheid van metalen en deze te kwantificeren. In het geval dat de emissies uit de Umicore fabriek worden gestopt, zal dit leiden tot een aanzienlijke vermindering van ecologische risico's die samenhangen met de depositie van verontreinigd slib in de Dommel uiterwaarden.

Voor het BioChem DSS geldt, dat dit behalve in de Maas ook bruikbaar is in andere rivierstroomgebieden voor het vaststellen van ecologische risico's die worden gevormd door de aanwezigheid van zware metalen in uiterwaarden. Zoals aangetoond in het werkpakket voor de Maas, kunnen bioassays worden beschouwd als een validatiegereedschap, of als aanvulling op eenvoudige partitiemodellen. De kennis die is verkregen door het toepassen van geïntegreerde (grondwater / oppervlaktewater) modellen voor het transport van verontreinigende stoffen, kan worden toegepast in stroomgebieden op andere plaatsen in de wereld.

### Maas

In het grondwaterstromings- en transportmodel voor de site van de Flémalle cokesfabriek (waarin ook de interactie met de Maas rivier is opgenomen), wordt het transport en de concentratieafname van verontreinigende stoffen (meest organische stoffen, zoals benzeen en PAK) in het watervoerende pakket (gravel) beschreven. Dit model kan worden gebruikt door de Waalse SPAQuE (Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement), voor ondersteuning van beslissingen ten aanzien van grondwaterbeheer. Het hydrologische model dat voor het stroomgebied van de Geer / Jeker is ontwikkeld, kan worden gebruikt voor het bepalen van de gevolgen van grondwaterextracties en voor het voorspellen van de nitraatverontreiniging in het regionale grondwater.

## **2.5. Elbe stroomgebied**

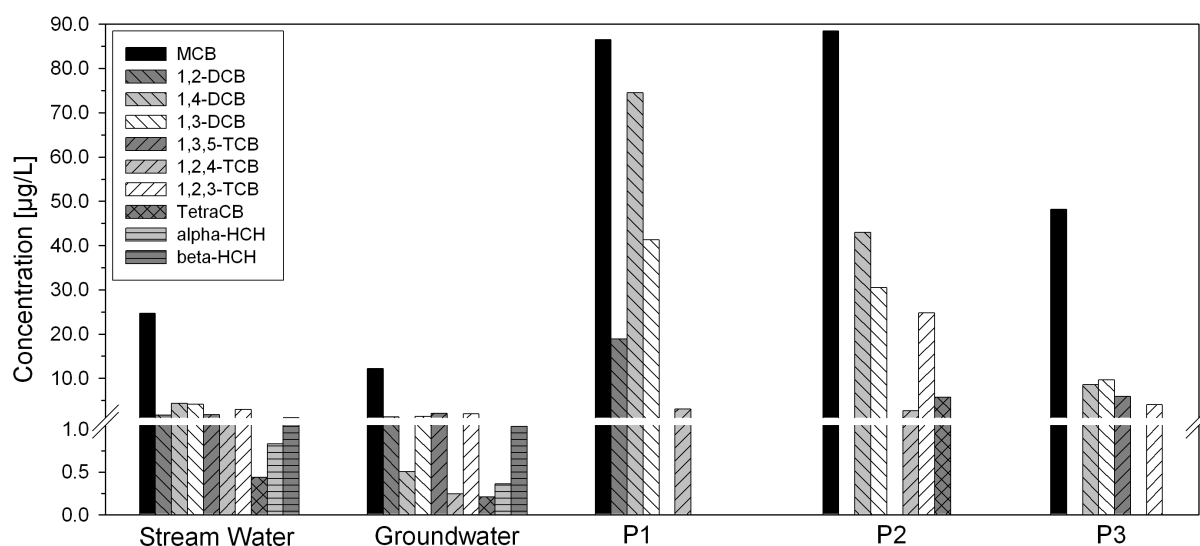
### *2.5.1. Doelstelling*

Integraal onderzoek naar het lot en het transport van typerende organische verontreinigende stoffen, zoals PCB's, HCH's en DDT, evenals hun voornaamste metabolieten, en anorganische verontreinigende stoffen, zoals Hg, As en Pb. Het onderzoek omvat eveneens het transport van zwevend stof en het transport van stoffen via sedimenten en onderliggende bodem op grondwater in het Elbe stroomgebied ten gevolge van herinrichtingmaatregelen en veranderingen in landgebruik van geselecteerde monsternameplaatsen. Voorts verificatie van biodegradatieprocessen van persistente organische verontreinigingen.

### *2.5.2. Belangrijkste resultaten*

Onderzoeksresultaten voor de Schachtgraben site wijzen op het vrijkomen van opgeloste verontreinigende stoffen uit sedimenten van het stroombed, waardoor een risico ontstaat voor verdere verspreiding stroomafwaarts (figuur 2.5). Daarnaast treedt er door het jaarlijkse maaien van de oevervegetatie een aanzienlijke her-mobilisatie van stoffen op. In de 'Spittelwasser' bedekken de tegenwoordig in de uiterwaarden sedimenterende (verontreinigde) deeltjes het oudere, sterker verontreinigde sediment. De maximale concentraties worden gevonden in de segmenten tussen 5 en 15 cm onder het bodemoppervlak. Daarom kan elke bouwactiviteit, of verplaatsing van de toplaag van de bodem in de uiterwaarden, leiden tot een her-mobilisering van verontreinigde sedimenten die momenteel door het wortelnetwerk van de vegetatie worden beschermd tegen erosie. De

sedimenten in de uiterwaarden vormen een potentieel risico voor het grondwater bij plaatsen met hogere verontreinigingsconcentraties. Poriewatermonsters uit de Schoenberg site lieten een aanzienlijke mobilisering zien van  $\beta$ -HCH en HCB in de loop van een overstromingsgebeurtenis. De gelijktijdige toename van de concentratie opgeloste organische koolstof (DOC) wijst op een koppeling van de mobilisering van genoemde organische verbindingen aan die van DOC. Cd, Cu en Zn werden geïmmobiliseerd ten gevolge van de inundatie. Het vrijkomen van Co en Mo werd toegeschreven aan het oplossen van Mn- en Fe-oxydes bij lagere redoxpotentialen. De mobilisering van Ni en Cr was verbonden met die van DOC. De resultaten wijzen erop dat voor een significante hermobilisering van As, Cr, Ni en DOC een inundatieperiode langer dan zes weken nodig is.



**Figure 2.5 Comparison of the contaminant concentrations at the Schachtgraben site in the pore water of the streambed at the sampling points P1 (medium groundwater discharge), P2 (low groundwater discharge) and P3 (high groundwater discharge) with the average concentrations in the surface water and in the groundwater**

Het poriewater in de sedimenten uit het stroombed is sterker verontreinigd dan het grondwater en het oppervlaktewater. De grote hoeveelheden verontreinigende stoffen kunnen via diffusie en onderstroomse uitwisseling naar het stroombed zijn getransporteerd en kunnen gedurende een lange periode aan de sedimenten zijn geadsorbeerd. In de huidige omstandigheden kunnen de stoffen desorberen naar het uitredende, minder verontreinigde grondwater en daardoor naar het oppervlaktewater worden getransporteerd.

### 2.5.3. Toepasbaarheid van de resultaten

De kennis van het gedrag van typerende verontreinigingen in het Elbe gebied is voor stroomgebiedbeheerders zeer waardevol bij het ontwerpen van meetstrategieën en bij het opstellen van reguleringen. Het AquaTerra onderzoek heeft geleid tot een aantal aanbevelingen voor belanghebbenden in het gebied.

Het vergelijken van concentraties van verontreinigende stoffen in het poriënwater van het stroombed, het oppervlaktewater en het grondwater (zoals is gedaan voor het Elbe gebied) levert breed toepasbare inzichten op in de risico's van mobilisatie van deze stoffen.

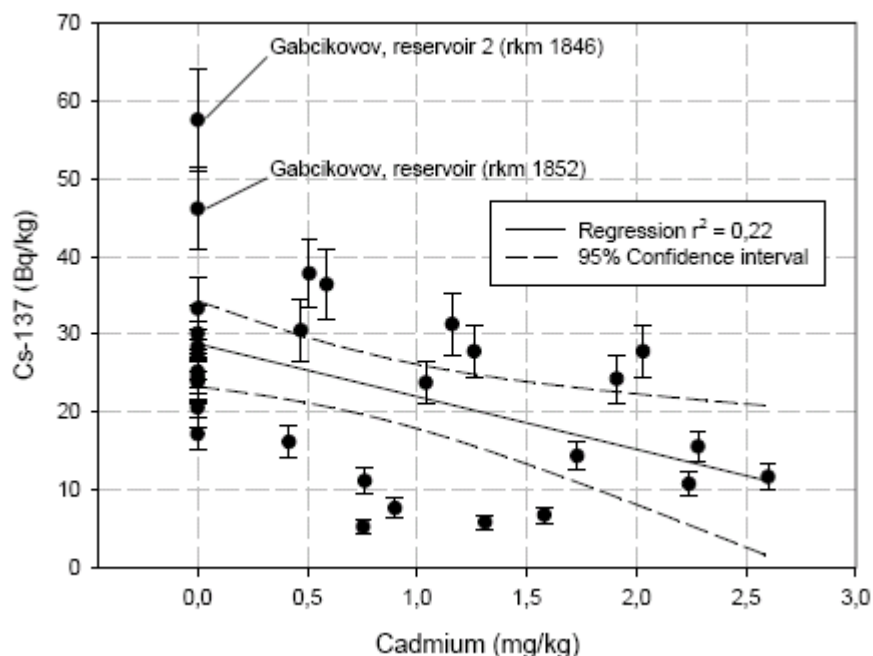
## 2.6. Donau stroomgebied

### 2.6.1. Doelstelling

De relatie tussen landgebruik en vrachten in zwevend stof in het riviersysteem, met speciale aandacht voor riviersegmenten in Oostenrijk en Hongarije. Het lot en transport van belangrijke chemicaliën en de filter-, buffer- en transformatiefunctie van het bodem-sediment-riviersysteem in het onderzochte Donau transect worden gerelateerd aan spatiële en temporele veranderingen in landgebruik. Daarnaast vindt er onderzoek plaats van de ecotoxicologische impact van verontreinigende stoffen die zijn gebonden aan sedimenten en zwevend stof, met behulp van biologische test- en monitormethodes. Installeren van een sediment-, water- en plantonderzoekssysteem op een researchschip, voor het onderzoek van de toxiciteit en biologische beschikbaarheid van toxische stoffen die aan deeltjes zijn gebonden.

### 2.6.2. Belangrijkste resultaten

De 'AquaTerra Danube Survey' (ADS) heeft geresulteerd in een grote verzameling monsters van sediment, zwevend stof en water uit een 1147 km lang Donau traject, dat begint in Klosterneuburg (Oostenrijk, rivierkm. 1942) en eindigt in Calafat (Roemenië, rivierkm. 795). De analyseresultaten van deze met een speciaal daartoe uitgerust schip uitgevoerde monstercampagne werden verzameld in een 'web-based' database en vergeleken met vroegere data. De data in de ADS-database hebben geleid tot de identificatie van relevante verontreinigende stoffen in zwevend stof, sediment en water.



**Figuur 2.6** Cadmium belongs to the metals for which the most significant negative correlations with  $^{137}\text{Cs}$  activity occur

Karakterisering van sediment- en zwevend stofdeeltjes met behulp van radio-isotopenanalyse leverde kennis op over de ouderdom en de oorsprong van de monsters. Het belangrijkste deel van de verontreiniging door kunstmatige radionucleïden (bijv.  $^{137}\text{Cs}$ ) is het gevolg van Chernobyl fallout en daaropvolgende bodemerosie van vaste deeltjes in de run-off. De relatief hoge  $^{137}\text{Cs}$  verontreiniging van de bodem in het bovenstroomse deel van het

Donau stroomgebied is naar de bodemsedimenten van benedenstroomse gebieden verspreid. Er is een medium-lange termijn (10-20 jaar) invloed van bovenstroomse verontreinigingsbronnen op benedenstroomse sedimentbelasting. Metalen / elementen van meer geochemische dan antropogene oorsprong laten een vergelijkbaar patroon zien in vaste deeltjes als van nature voorkomende radionucleïden. De resultaten voor enkele metalen uit bodemsedimenten zijn een aanwijzing voor erosie van antropogeen bodemoppervlak die toeneemt in de stromingsrichting. Een belangrijk kenmerk van verschillende organische stoffen en  $^{137}\text{Cs}$  is de sterke affiniteit en hoge bindingscapaciteit aan bodemkleideeltjes. Hierdoor worden er in dit onderzoek positieve correlaties gevonden tussen de geanalyseerde organische moleculen en  $^{137}\text{Cs}$ . Deze observatie wijst op gelijksoortige erosie- en transportprocessen van antropogene organische stoffen en met  $^{137}\text{Cs}$  verontreinigde bodemdeeltjes. In het algemeen werden negatieve correlaties gevonden tussen metalen en  $^{137}\text{Cs}$  (zie figuur 2.6 met Cd als voorbeeld). Deze correlaties worden sterk beïnvloed door de negatieve correlatie van  $^{137}\text{Cs}$  met de monsternamelocatie in de stromingsrichting. Deze twee correlaties samen genomen wijzen op een toenemend aandeel van de antropogene, of de met bodemerosie gerelateerde metalen in de stromingsrichting.

### 2.6.3. Toepasbaarheid van de resultaten

De karakteriseringsmethoden (isotopen, chemisch) voor sediment en zwevend stof die zijn toegepast in het Donau werkpakket, kunnen inzicht opleveren in erosie en transport van verontreinigende stoffen. Dit kan worden gebruikt voor de KRW analyse van de kenmerken van het stroomgebied.

De AquaTerra data voor de Donau kunnen worden toegevoegd aan de JDS database van de ICPDR. De complete dataset kan worden gebruikt voor trendberekeningen waarmee inzicht wordt verkregen in de effecten van maatregelen voor het verbeteren van de waterkwaliteit in de het Donau stroomgebied.

De ADS heeft een significant positieve impact gehad op het uitbouwen van contacten met stakeholders en heeft de samenwerking met de internationale commissie voor de bescherming van de Donau rivier (ICPDR) in andere projecten bevorderd. De monstercampagne heeft het wetenschappelijke bewustzijn van stakeholders vergroot en hun belangstelling voor de uitkomsten van dit soort campagnes vergroot.

In 2006 is er een Donau workshop georganiseerd met als resultaat dat de deelnemers, afkomstig uit alle 13 Donau landen, zichzelf hebben gecommitteerd aan het opstellen en ondersteunen van een 'roadmap' naar de implementatie van duurzaam sedimentbeheer in het kader van het KRW stroomgebiedbeheersplan voor de Donau.

### 3. Enkele voorlopige conclusies en aanbevelingen

Enkele voorlopige conclusies en aanbevelingen van het AquaTerra onderzoek zijn:

- Voor de bron van de Brévilles was het onmogelijk om te voorspellen hoe lang het duur voordat de waterkwaliteit weer aan de drinkwaternormen voldoet. Mechanismen van infiltratie van water en opgeloste stoffen in het watervoerende pakket moeten meer gedetailleerd worden onderzocht. Vanuit een hydrodynamisch gezichtspunt moeten we onze kennis verbeteren van verblijftijden in de onverzadigde en de verzadigde zone. Er moet meer onderzoek worden uitgevoerd naar de desorptiekinetiek van specifieke pesticiden gekoppeld met de kennis van voorraden van atrazine en atrazine metabolieten in de bodem en in de onverzadigde zone. Met deze nieuw te ontwikkelen kennis kan het transport van pesticiden op de schaal van een aquifer zoals hier bestudeerd worden gemodelleerd (Morvan et al., 2006).
- Om meer inzicht te krijgen in de tijd die nodig is om verontreinigd grondwater weer op de vereiste kwaliteit te krijgen, wordt aanbevolen om ook de overdracht van pesticiden uit bodem naar grondwater nader te onderzoeken.
- Voor het vaststellen van de ecotoxicologische implicaties van farmaceutica als milieuvervuilende stoffen is een grondig opgezette evaluatie van de risico's nodig. Tenzij er meer bekend wordt over de mogelijke chronische effecten van individuele farmaceutica en van mengsels van stoffen, is het prematuur om conclusies te trekken ten aanzien van schadelijke gevolgen of risico's van farmaceutica voor het aquatische ecosysteem (bijv. in het Ebro stroomgebied).
- Er is meer kennis nodig over de onderlinge beïnvloeding van verschillende factoren die de toepasbaarheid van bioassay testsystemen bepalen. Dit zijn factoren (bijv. opgeloste zuurstof, pH, ammoniak, geleidbaarheid) die de toxiciteitsresultaten beïnvloeden en de werkelijke oorzaak van de toxiciteit maskeren. Speciale aandacht is nodig voor de relatie tussen monstername, monster(voor)behandeling en toxiciteitsresultaten. Om de kosteneffectiviteit van bioassays in monitoringprogramma's te vergroten moeten meer van dergelijke geïntegreerde testen worden toegepast in het veld en in verband worden gebracht met de wijze van voorkomen van de verontreinigende stoffen.
- Onderzoek naar de invloed en het gedrag van zwevend stof moet verder worden ontwikkeld, omdat er met dit materiaal een aanzienlijk transport van verontreinigende stoffen plaatsvindt, vooral onder overstromingsomstandigheden. Een belangrijke vraag voor het Elbe stroomgebied -maar ook voor bijv. het Maas stroomgebied - is het kwantificeren van het transport van verontreinigende stoffen in het stroomgebied, voor de stoffen die gebonden zijn aan sedimentdeeltjes. Dit vraagt om de ontwikkeling van 2D/3D modellen die sedimentatie en re-suspensie van sedimentdeeltjes in het stroombed en in de uiterwaarden tijdens variërende afvoersituaties beschrijven.
- Voor het stroomgebied van de Ebro is er nog te weinig onderzoek gedaan naar diffuse verontreiniging (vooral afkomstig van de landbouw). Een belangrijke oorzaak hiervoor is dat het rivierbeheer en de landbouwpraktijk worden aangestuurd door verschillende ministeries. Het is bekend welke industrieën verantwoordelijk zijn voor de vervuiling, maar implementatie van regelgeving duurt te lang, ten gevolge van vele socio-economische belangen. Bronmaatregelen om de emissies te reduceren moeten

worden beschouwd als van wezenlijk belang, met als voordelige effecten een verminderde blootstelling van organismen aan gevaarlijke stoffen, bescherming van de biodiversiteit, verminderde waterzuiveringskosten, minder opname van gevaarlijke stoffen in voedingsgewassen en een verbeterde bodemkwaliteit.

- Het gebruik van isotopenanalyse is een mogelijke methode om onderscheid te maken tussen antropogene en natuurlijke vervuilingbronnen, zodat sedimentkwaliteit en landgebruik aan elkaar kunnen worden gecorreleerd.
- Fluxen in rivierstroomgebieden, zoals de Maas en andere, zijn zeer dynamisch en sterk afhankelijk van overstromingsgebeurtenissen. Daarom wordt aanbevolen om gedurende ca. een maand rondom een overstromingsperiode op elk meetstation de grondwater- en oppervlaktewaterniveaus op een uurbasis te monitoren m.b.v. automatische dataloggers en met passieve samplers de verontreinigingsvrachten te bepalen. Om de fluxen nauwkeuriger te kwantificeren kan gebruik worden gemaakt van tracer technieken. Op basis van BioChem resultaten wordt aanbevolen bij het selecteren van water retentiegebieden serieus rekening te houden met de kwaliteit van het zwevend stof, de effecten van overstroming op de beschikbaarheid van metalen en de resulterende potentiële bioaccumulatie.
- Om verspreiding van vervuilende stoffen te voorkomen zouden vegetatieschema's moeten worden opgezet die erosie van gevoelige gebieden tegengaan. In het kader van het Elbe onderzoek wordt een minder radicaal maaien van vegetatie voorgesteld, zodat de re-mobilisering van verontreinigd sediment wordt tegengegaan. Enkele vervuilende stoffen overschrijden de grenswaarden bij het transport van bodem naar grondwater gedurende een beperkte periode tijdens inundatie van de uiterwaard, of korte tijd daarna. Aanbevolen wordt om de filter- en retentiefunctie van de bodem beter gecontroleerd te benutten. Het is evenzeer nodig om - in aanvulling op de waterkwaliteit - de sedimentkwaliteit continu te volgen, zodat de trends in bodem- en grondwaterkwaliteit goed kunnen worden vastgesteld. Kwantificering van fluxen is van groot belang, ondanks het feit dat fluxen tijdens overstromingsgebeurtenissen moeilijk te meten zijn. Deze activiteiten dragen bij aan de karakterisering van het riviersysteem.
- Aanbevolen wordt om fyto-remediatie te gebruiken om de verspreiding van vervuilende stoffen (door immobilisering van metalen in planten en vermindering van waterinfiltratie) te verminderen. De planten zouden vervolgens kunnen worden gebruikt in de landbouw, of als koolstofbron voor biomassa.
- Om de natuurlijke veerkracht van het systeem tegen vervuiling te begrijpen, is het noodzakelijk om lange termijn milieumonitoring op te zetten. Dit stelt stroomgebiedbeheerders, beleidsmakers en wetenschappelijke onderzoekers in staat om het gedrag van de vervuilende stoffen in het systeem te begrijpen.
- Voortzetting van de samenwerking met stroomgebiedsautoriteiten, riviercommissies en andere belanghebbenden op het gebied van monitoren en stroomgebiedbeheer wordt aangemoedigd.

## 4. Van AquaTerra resultaat naar praktijktoepassing

### 4.1. Toepassing in NL waterbeheerpraktijk

In AquaTerra wordt veel fundamentele kennis ontwikkeld die van belang is voor het Nederlandse waterbeheer. Het kan soms lang duren voordat de ontwikkelde natuurwetenschappelijke kennis ook in de praktijk van het waterbeheer wordt toegepast. In hoofdstuk 2, paragraaf 2.4, is voor de Dommel aangetoond dat dit niet altijd het geval hoeft te zijn (zie ook Meulen et al., 2008). Onverwachte verontreinigingen, door AquaTerra aangetoond in het Dommelstroomgebied, hadden direct de aandacht. Verder bleek de grondwaterdateringsmethode die in het project was uitgewerkt, een waardevol hulpmiddel bij de evaluatie van de effectiviteit van het mestbeleid. Ook een deel van de in AquaTerra ontwikkelde fundamentele kennis over het grondwatersysteem in dit gebied werd snel door waterbeheerders opgepikt en toegepast.

De ontwikkelde kennis kan ook bijdragen aan de bewustwording bij bestuurders en beheerders en bij het grote publiek over de impact van de input van verontreinigende stoffen en het tijdschap waarop maatregelen effect hebben. Ook heeft AquaTerra, en het daardoor gestimuleerde vervolgonderzoek, aangetoond dat het noodzakelijk is om 'nieuwe' stoffen aandacht te geven om daarmee het potentiële (toekomstige) risico te beheersen en de potentiële risico's in de juiste maatschappelijke context te plaatsen.

### 4.2. Toepassing in KRW Stroomgebiedbeheersplannen

Bij het ingaan van het laatste jaar van AquaTerra worden nog diverse activiteiten ontplooid om te proberen een slag te slaan in de vertaling van de bereikte onderzoeksresultaten naar aanbevelingen voor toepassing in twee generatie<sup>3</sup> KRW stroomgebiedbeheersplannen (SGBP). Deze activiteiten vinden niet alleen in AquaTerra, maar (vooral) ook in RiskBase ([www.riskbase.info](http://www.riskbase.info)) plaats. In de volgende 'update' van de voorliggende deliverable (in 2009) zal het resultaat hiervan weer worden verwerkt.

Als een van de eerste activiteiten in dit kader is tijdens de General Assembly van AquaTerra in Krakau (april 2008) door Deltares / TNO een paneldiscussie georganiseerd om feedback van de deelnemers aan de bijeenkomst te krijgen over de vraag 1) hoe de resultaten van AquaTerra te gebruiken om in een specifiek stroomgebied een RBMP op te zetten of daaraan een bijdrage te leveren. Daarnaast zijn ook nog de volgende twee vragen behandeld: 2) welk type onderzoek zou nodig zijn om de resterende vragen te beantwoorden waarmee de stroomgebiedbeheerders worden geconfronteerd; en 3) hoe kan het laatste jaar van AquaTerra worden gebruikt om dit type onderzoek op te zetten. Het resultaat voor vraag 1 wordt hieronder beschreven. Het resultaat voor vraag 2 en 3 in bijlage 3.

De deelnemers aan het panel waren:

Winfried Blum - BOKU

---

<sup>3</sup> Aangezien de eerste generatie SGBP al vrijwel gereed zijn (definitieve versie moeten in 2009 beschikbaar zijn) is het eerste moment waarop AquaTerra aanbevelingen kunnen landen niet eerder dan bij het opstellen van de twee generatie SGBP, waarvoor de voorbereidingen ca. 2012 worden gestart.

Martin Gerzabek - BOKU  
Joseph Smitz – Internationale Maas Commissie (IMC) en Universiteit van Luik  
Damia Barcelo - CSIC  
Bob Harris - consultant  
Huub Rijnaarts – Deltares/TNO  
Peter Grathwohl – Universiteit van Tübingen  
Hayley Fowler – Universiteit van Newcastle

De discussie werd geleid door Adriaan Slob – TNO

De paneldiscussie werd voorafgegaan door drie presentaties. In de eerste werden door Suzanne van der Meulen voorbeelden gegeven van het gebruik van AquaTerra resultaten in het stroomgebied van de Dommel (zie paragraaf 2.4), in de tweede werd de zienswijze van de IMC toegelicht door Joseph Smitz (Universiteit van Luik) en in de derde werden de voornaamste problemen in het stroomgebiedbeheer van de Ebro behandeld door Damia Barcelo (CSIC).

Joseph Smitz benadrukte in zijn presentatie dat de IMC een overlegorgaan is waar de internationale coördinatie plaatsvindt en geen supra-nationaal, stroomgebied-breed managementbureau. Hij lichtte de planning toe die is afgesproken voor de realisatie van het SGBP voor de Maas (internationaal stroomgebiedsdistrict) en ook de eisen die aan de inhoud van het SGBP worden gesteld. Dit plan is samengesteld uit (1) een overkoepelend rapport en (2) de (gecoördineerde) SGBP van de partner. Het overkoepelend rapport zal gereedkomen in het tweede halfjaar van 2008.

Input van AquaTerra is mogelijk op drie niveaus:

1. Lokaal niveau, om site-specifieke kwesties te helpen oplossen;
2. Nationaal / regionaal niveau;
3. Stroomgebiedsniveau, om kwesties op de schaal van het hele stroomgebied aan te pakken.

Voor een mogelijke bijdrage aan het SGBP voor de Maas gaf Smitz vier kritieke factoren:

1. **Timing:** wetenschappelijke resultaten moeten beschikbaar komen op het geschikte moment. Anders zullen ze niet worden gebruikt door waterbeheerders, c.q. samenstellers van het SGBP.  
In de nabije toekomst kan worden gedacht aan de volgende voorbeeld-bijdragen:
  - assisteer waterbeheerders in het handhaven van de uitvoering van het eerste SGBP
  - help met het interpreteren van de resultaten van de monitoringprogramma's
  - help met het vaststellen / evalueren van de effecten van maatregelen
  - help met het uitwerken van de tweede analyse van het stroomgebied (2013)
  - help met het uitwerken van het tweede SGBP (2016 – 2021)
2. **Onderwerpen / domeinen:** een bijdrage is alleen mogelijk / nuttig in domeinen waar hiaten in kennis optreden, of waar belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen naar voren komen.
  - voorspellen van veranderingen in 'driving forces' (scenario's)
  - betere kwantificering van 'pressure – impact' relaties
  - betere interpretatie van monitoringresultaten
  - betere vaststelling van de chemische / ecologische status
  - economische analyse, kosten-baten analyse, kosten-efficiëntie analyse
  - bodem / grondwater / oppervlaktewater / sediment interacties
  - effecten van specifieke verontreinigde locaties
  - 'nieuwe' verontreinigende stoffen
  - impact / mitigatie van effecten van klimaatverandering

- contact leggen met andere programma's, zoals ERANET, IWRM-NET, SCENES
  - research moet innovatief zijn, nieuwe problemen / onbekende inwerkingen detecteren, nieuwe oplossingen vinden, reacties van het systeem detecteren
3. **Schalen:** de resultaten moeten worden aangeleverd op de relevante schaalgrootte en moeten geschikt zijn voor opname in het SGBP. De KRW heeft twee nieuwe ruimtelijke schaalniveaus geïntroduceerd:
- a. het stroomgebieddistrict als een beheerseenheid
  - b. het waterlichaamniveau (doelstellingen moeten worden vastgesteld en gemeten op dit niveau)
- De schaal van de wetenschappelijke studies en resultaten van AquaTerra moeten in overeenstemming zijn met de 'waterbeheer'schalen, of er moeten manieren worden gevonden om de resultaten naar deze schalen te vertalen.
4. **Interactie tussen wetenschappers en waterbeheerders:** dit is een complexe, moeilijke en paradoxale kwestie, waar AquaTerra waardevolle hulp zou kunnen bieden.
- Van de kant van de beheerder: een betere formulering van zijn behoeften en verwachtingen is nodig. Beheerders moeten er rekening mee houden dat onderzoek veel tijd kost.
- Van de kant van de wetenschappers wordt een betere oriëntatie van het onderzoek op de vragen van de waterbeheerders verwacht, naast permanente aandacht voor innovatie. Resultaten moeten zodanig worden gepresenteerd dat ze gemakkelijk te begrijpen en gebruiken zijn door waterbeheerders.

Het zou nuttig zijn om een direct contact te leggen tussen wetenschappers van AquaTerra en personen die betrokken zijn in de uitwerking van het SGBP voor de Maas. Een dergelijke interactie zal ook nuttig zijn om te helpen de onderzoeksagenda voor de toekomst op te zetten.

Het voornaamste resultaten van de paneldiscussie voor de vraag "Hoe kunnen de resultaten van AquaTerra worden gebruikt om in een specifiek stroomgebied een RBMP op te zetten of daaraan een bijdrage te leveren" is als volgt:

Stoffen die een risico zouden kunnen vormen voor de waterkwaliteit zijn geïdentificeerd en hun gedrag in het bodem/watersysteem zijn onderzocht. AquaTerra heeft een beter inzicht opgeleverd in de schalen waarop de processen zich afspelen en in de interactie tussen deze processen: lokale – regionale – nationale - internationale schaal. Modelleer- en monitoringgereedschappen zijn verkregen voor de SGBP's. Voorts is de interactie tussen bodem en oppervlaktewater opgenomen in gereedschappen en modellen. Verduidelijking van de rol van uiterwaarden in de flux tussen bodem en oppervlaktewater is nieuw en belangrijk voor de waterkwaliteit. Gereedschappen zijn ontwikkeld voor het bepalen van de effecten van klimaatverandering en ecologische veranderingen op het bodem -watersysteem en de impact op de verontreiniging. Resultaten van AquaTerra kunnen ook worden gebruikt in andere riviergebieden in Europa dan de onderzochte cases. Biochemische processen zijn vergelijkbaar in meerdere gebieden. Zo is de situatie in de Ebro vergelijkbaar met die van andere rivierstroomgebieden in zuidelijke regio's.

Dit type kennis levert de wetenschappelijke achtergrond die nodig is om de volgende generatie SGBP op te stellen. Voor een succesvolle bijdrage van AquaTerra moeten de vier door Joseph Smits aangedragen factoren in acht worden genomen (zie hierboven).

## 5. Literatuur

- Baran N., Mouvet C., Négrel Ph., (2007). Hydrodynamic and geochemical constraints on pesticide concentrations in the groundwater of an agricultural catchment (Brévilles, France). *Environmental Pollution* 148, 729-738.
- Barth J.A.C., Grathwohl P., Fowler H.J., Bellin A., Gerzabek M.H., Lair G.J., Barceló D., Petrovic M., Navarro A., Négrel Ph., Petelet-giraud E., Darmendrail D., Rijnaarts H., Langenhoff A., de Weert J., Slob A., Frank E., Gutierrez A., Kretzschmar R., Gocht T., Steidle D., Garrido F., Jones K.C., Meijer S., Moeckel C., Marsman A., Klaver G., Vogel T., Bürger C., Kolditz O., Broers H.P., Baran N., Joziassse J., von Tümpling W., van Gaans P., Merly C., Chapman A., Brouyere S., Battle Aguilar J., Orban Ph. (2008) Mobility, turnover and storage of pollutants in soils, sediments and waters: achievements and results by the EU project AquaTerra. A review. Invited publication in *Agronomy for Sustainable Development, Agron. Sustain. Dev.* 28 (2008) INRA, EDP Sciences, 2008, DOI: 10.1051/agro:2007060
- Eljarrat E., Labandeira A., Marsh G., Raldúa D., Barceló D. (2007). Decabrominated diphenyl ether in river fish and sediment samples collected downstream an industrial park. *Chemosphere* 69 , 1278-1286
- Gros M., Petrovic M., Barcelo D. (2007). Wastewater Treatment Plants as a Pathway for Aquatic Contamination by Pharmaceuticals in the Ebro River Basin (North-East Spain). *Environ. Toxicol. Chem.* 26 (8), 1553–1562
- Meulen S. van der, Kessels E., Brils J. (2008). Wetenschap vindt de weg naar de praktijk: het stroomgebied van de Dommel. *H2O* nr. 5, pag. 15-16
- Morvan X., Mouvet C., Baran N., Gutierrez A. (2006). Pesticides in the groundwater of a spring draining a sandy aquifer: temporal variability of concentrations and fluxes. *Journal of Contaminant Hydrology* 87, 176-190
- Terrado M., Barcelo D., Tauler R. (2006). Identification and distribution of contamination sources in the Ebro river basin by chemometrics modelling coupled to geographical information systems. *Talanta*, 70, 691-704
- Vink J., Klaver G., Joziassse J. (2007). Scenario analyses Dommel – Impact of sedimentation in the Dommel flood plain on heavy metal availability and bioaccumulation in flora and fauna. RWS RIZA report 2007.014

## Bijlagen

### Bijlage 1 – Afkortingen

<b>Afkorting</b>	Betekenis
1,2-DCA	1,2-Dichloorethaan
1,2,3-TCB	1,2,3-Trichloorbenzeen
1,4-DCB	1,4-Dichloorbenzeen
ABdK	Actief Bodembeheer de Kempen
ABS	Acrylonitril-Butadien-Styreen
ADS	AquaTerra Danube Survey (AquaTerra Donau monsternamecampagne)
As	Arseen
AT	AquaTerra (of AquaTerra Europa, d.w.z. het EU KP6 project)
ATNL	AquaTerra Nederland (het door LmW gesubsidieerde project)
AVS	Acid Volatile Sulfide (= Zuur Extraheerbaar Sulfide)
BFR	Brominated Flame Retardants (Gebromeerde vlamvertragers)
Cd	Cadmium
CHE	Confederacion hidrografica del Ebro
Co	Kobalt
Cr	Chroom
Cs	Cesium
Cu	Koper
DDT	1,1,1-Trichloor-2,2-bischloor-phenylethaan
DEA	Deethylatrazine
DOC	Dissolve Organic Carbon (= Opgeloste Organische Koolstof)
DPSIR	Drivers-Pressures-State-Impact-Response
DSS	Decision Support System (Beslissingsondersteunend systeem)
EPS	Expandeerbaar polystyreen
HBCD	Hexabromocyclododecaan
HCB	Hexachloorbenzeen
HCH	Hexachlorocyclohexaan

Hg	Kwik
ICPDR	Internationale commissie voor de bescherming van de Donau rivier
IMC	Internationale Maascommissie
JDS	Joint Danube Survey (monsternamecampagnes van de ICPDR)
KRW	Kaderrichtlijn Water
MCPPP	Mecoprop pesticide
Mo	Molybdeen
MtBE	Methyl-tertiair butyl ether
Ni	Nikkel
NRRT	Neutral Red Retention Time
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
Pb	Lood
PBDE	Polybrominated diphenyl ethers
PCB	Polychloor biphenylen
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinrichting
SGBP	Stroomgebiedbeheerplan(nen)
SEM	Simultaneously Extracted Metal (Tegelijkertijd Geëxtraheerd Metaal)
SPAQuE	Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement
TOC	Total Organic Carbon (= Totaal Organisch Koolstof)
WFD	Water Framework Directive (= Kaderrichtlijn Water)
WWTP	Wastewater Treatment Plant (Afvalwaterzuiveringsinrichting)
Zn	Zink

## Bijlage 2 – Overzicht in tabellen van de binnen AquaTerra bereikte resultaten

In tabel B2.1 wordt de huidige status van de interviewresultaten en documenten per werkpakket weergegeven.

**Tabel B2.1 Current status of interview results / documents by work package**

WP	Submission for validation			Validation		
	Factsheet	Questionnaire	Tool Ass Form	Factsheet	Questionnaire	Tool Ass Form
<b>HYDRO</b>						
Hydro 1	✓	✓	✓	OK	OK	OK
Hydro 2	✓			OK		
<b>BIOGEOCHEM</b>						
Biogeochem 1	✓	✓	✓	Pending	Pending	Pending
Biogeochem 2	✓			OK		
Biogeochem 3	✓			OK		
Biogeochem 4	✓			OK		
Biogeochem 5	✓			OK		
<b>FLUX</b>						
Flux 1	✓	✓	✓	OK	OK	OK
Flux 2	✓			OK		
Flux 3	✓			OK		
<b>COMPUTE</b>						
Compute 1	✓			OK		
Compute 2	✓	✓	✓	OK	OK	OK
Compute 3	✓			OK		
Compute 4	✓	✓	✓	Pending	Pending	Pending
<b>TREND</b>						
Trend 1	✓			OK		
Trend 2	✓			OK		
Trend 3	✓	✓	✓	OK	OK	OK
<b>BASIN</b>						
Basin R1	✓			OK		
Basin R2	✓			OK		
Basin R3	✓	✓	✓	OK	OK	OK
Basin R4	✓			Pending		
Basin R5	✓			Pending		
<b>MONITOR</b>						
Monitor 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Monitor 2	✓			OK		
Monitor 3	✓	✓	✓	OK	OK	OK

✓ - Submitted to interviewee for validation

OK – Validation completed

Pending – Validation pending

Empty field - the document has not been submitted for validation (in order to minimise WP leaders' time contribution)

NA – Not Applicable, M1 was mainly a service providers used in other module such as analysis for BASIN or used by M2 for method development. As a consequence, it did not provide any 'key findings'.

Voor vier deelprojecten, te weten PROMAN, KNOWMAN, INTEGRATOR, en EUPOL zijn geen interviews gehouden, omdat deze deelprojecten niet zijn gericht op kennisvermeerdering op het gebied van bèta-wetenschappen.

Er worden twee soorten 'key findings' onderscheiden: (1) Data en kennis en (2) Tools. Het overzicht van deze twee types wordt gegeven in respectievelijk tabel B2.2 en tabel B2.3. In totaal zijn er 72 'key findings' genoemd, waarvan 41 "Kennis en data" en 31 "Tools".

**Tabel B2.2 AquaTerra key findings – Kennis en data**

Key findings – Data and Knowledge	WP
Downscaling probabilistic climate change scenarios results	HYDRO 1
Understanding of hydrogeological and hydrodynamic phenomenon contributing to a better understanding of pollutant transfer	HYDRO 2
Formation of sulfidic colloids mobilises contaminants (Cu, Cd, Pb) in a flooded soil	BGC1
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants	BGC1
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	BGC2
Distribution of organic contaminants across Europe	BGC2
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	BGC3
Biogeochemical processes involved in the inorganic pollutant transfer in the root zone, unsaturated zones and saturated zone	BGC 3
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	BGC4
Degradation rates of selected organic compounds	BGC5
Mass balance of pesticides at Brévilles	FLUX 1
Results of soil/air organic compounds exchange	FLUX 1
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	FLUX 2
Isotopic tracing of groundwater / surface water connection	FLUX 2
Results and assessment of existing and measured physical and geochemical data related to sediments and water samples collected in the Ebro Basin	FLUX 3
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects	COMPUTE 1
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hill slope scale	COMPUTE 1
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	COMPUTE 2
Development of GEOTOP software – preliminary results	COMPUTE 2
Development of the GEOTRANSF model and its application to the Gallego catchment	COMPUTE 3
Coupling of GEOTRANSF model and solute transport: Results from the modelling of water quality (associated with the presence of nitrate) in the Dese catchment	COMPUTE 3
Application of the tool box for general problems related to climate change	COMPUTE 4
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils	TREND 1
Characterisation of sediment quality under climate change	TREND 1
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	TREND 1
A data analysis tool box for trend detection and forecast	TREND 2
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	TREND 2
Prediction of water discharge in Gallego subcatchment using Kernel based method, so called "learning machines"	TREND 3

The development of a user friendly extensive database of Brévilles data	BASIN R1
Wastewater treatment plants as pathways for aquatic contamination by pharmaceuticals in the Ebro River basin	BASIN R2
Completion of BIOCHEM Decision Support System	BASIN R3
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	BASIN R3
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	BASIN R3
Fate and Transport of contaminants deposit in floodplain	BASIN R4
Fate and Transport of contaminants from Surface Water to Groundwater	BASIN R4
Isotopic data with pollutant burden of sediments	BASIN R5
Positive impact of Danube sampling cruise on stakeholders' involvement	BASIN R5
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	MONITOR 2
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	MONITOR 2
Passive sampling tools results	MONITOR 3
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	MONITOR 3

**Tabel B2.3 AquaTerra key findings – Tools**

Key findings – Tools	WP
Climate change downscaling method	HYDRO 1
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments	HYDRO 2
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone	HYDRO 2
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments	BGC1
Free drainage lysimeters	BGC1
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	BGC3
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes	BGC4
Measurements tools of estrogenic activity	BGC5
Degradation rate measurement in the field through stable isotope analysis	BGC5
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange	FLUX 1
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	FLUX 2
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects	COMPUTE 1
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hill slope scale	COMPUTE 1
Development of GEOSYS model at the catchment scale	COMPUTE 2
Development of GEOTOP software	COMPUTE 2
Development of the GEOTRANSF model	COMPUTE 3
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	COMPUTE 4
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	TREND 1
Test battery for eco-toxicological and ecological quality	TREND 1
Soil chronosequences	TREND 1
A data analysis tool box for trend detection and forecast	TREND 2
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	TREND 2
Kernel based method "learning machines" to predict water discharge	TREND 3
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data	BASIN R1
BIOCHEM DSS	BASIN R3
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	BASIN R3
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	BASIN R3
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	MONITOR 2
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	MONITOR 2
Passive sampling tools	MONITOR 3
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	MONITOR 3

Voor elke 'key finding' is een factsheet opgesteld. In deze factsheets zijn de belangrijkste resultaten uit de enquêteformulieren en "tool assessment" formulieren verzameld, alsmede een beschrijving hoe ze kunnen worden toegepast in het stroomgebiedbeheer. Verder bevatten ze een samenvattende tabel (zie tabel B2.4) met informatie over i) stroomgebiedkwesties die worden geadresseerd; ii) de locatie van het stroomgebied; iii) de eindgebruikers die zouden kunnen profiteren van de 'key findings' en iv) het type 'key finding'.

**Tabel B2.4 Summary Table included in key findings factsheet Knowledge & Data produced in AT**

<b>RIVER BASIN MANAGEMENT ISSUE</b>											
Water Quality						Water Quantity		Alterations		Others	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
(1) Diffuse pollution by agriculture						(2) Salinisation					
(3) Contaminated sediment and floodplain soils						(4) Large scale pollution due to past mining / industries activities					
(5) Pollution by organic matter						(6) Emerging compounds					
(7) Water scarcity						(8) Floods and low flow					
(9) Hydromorphological alterations						(10) Soil erosion					
C = System Characterisation						M = System Monitoring					
T = System Trend						R = System Remediation, Mitigation					
<b>RIVER BASIN</b>											
Danube	Ebro	Meuse	Elbe	Brévilles	Others						
<b>KEY FINDING TYPE</b>											
Understanding Processes (lab-scale)				Characterisation (field scale)				Modelling			
<b>BENEFITS TO END-USERS</b>											
Technical			Management	Policy							
WFD Implementation		Research	River Basin	Compliance		Policy making					

Tabel B2.5 geeft informatie per stroomgebied (Brévilles, Ebro, Maas, Elbe, Donau) over de locatie waar de AquaTerra resultaten zijn verkregen of waarop ze zijn gebaseerd. In de tabel wordt tevens vermeld of de resultaten al dan niet specifiek zijn voor het betreffende studiegebied. Enkele resultaten zijn verkregen voor andere stroomgebieden dan de genoemde, veelal voor kalibratiedoeleinden (in Italië de Brenta and Desde en in Engeland de Eden). Enkele zijn geldig voor heel Europa, zoals resultaten op het gebied van klimatologie.

**Tabel B2.5 AT Key findings (Knowledge & Data) with respect to River Basin location**

AT KEY FINDINGS (Data and Knowledge)	Basin					
	Danube	Ebro	Meuse	Elbe	Brévilles	Others
Downscaling probabilistic climate change scenarios results		Spec.	Spec.		Spec.	Brenta, Eden, EU
Understanding of hydrogeological and hydrodynamic phenomenon contributing to a better understanding of pollutant transfer					Spec.	
Formation of sulfidic colloids mobilises contaminants (Cu, Cd, Pb) in a flooded soil				Spec.		
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants				x		
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	x	x	x	x	x	
Distribution of organic contaminants across Europe	x	x		x	x	
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change		x	x			
Biogeochemical processes involved in the inorganic pollutant transfer in the root zone, unsaturated zones and saturated zone			x			
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	x	x		x	x	
Degradation rates of selected organic compounds	Spec.	Spec.	Spec.	Spec.	Spec.	
Mass balance of pesticides at Brévilles					Spec.	
Results of soil/air organic compounds exchange		Spec.				
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water				Spec.		
Isotopic tracing of groundwater / surface water connection				Spec.	Spec.	
Results and assessment of existing and measured physical and geochemical data related to sediments and water samples collected in the Ebro Basin		Spec.				
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects				Spec.	Spec.	
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale				Spec.		
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)			x			
Development of GEOTOP software – preliminary results						Brenta
Development of the GEOTRANSF model and its application to the Gallego catchment		Spec.				
Coupling of GEOTRANSF model and solute transport: Results from the modelling of water quality (associated with the presence of nitrate) in the Dese catchment						Dese
Application of the tool box for general problems related to climate change		x	x			
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils	x	x		x		
Characterisation of sediment quality under climate change				x		
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method			x			
A data analysis tool box for trend detection and forecast			Spec.		Spec.	
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water				Spec.	Spec.	
Prediction of water discharge in Gallego subcatchment using Kernel based method, so called “learning machines”		x				
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data					Spec.	
Wastewater treatment plants as pathways for aquatic contamination by pharmaceuticals in the Ebro River basin		x				
Completion of BIOCHEM Decision Support System			x			
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters			x			
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests			x			
Fate and Transport of contaminants deposit in floodplain				Spec.		
Fate and Transport of contaminants from Surface Water to Groundwater				Spec.		
Isotopic data with pollutant burden of sediments	Spec.					
Positive impact of Danube sampling cruise on stakeholders’ involvement	x					
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples					Spec.	
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment		Spec.				
Passive sampling tools results	x	x		x	x	
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	Spec.			Spec.		

Spec – Data & knowledge specific to the study area / river basin

x – Generic data and knowledge gained from samples / data collected in river basin location

Vervolgens zijn de resultaten inhoudelijk onderscheiden naar de volgende indeling:

- Vergroting van het begrip van het systeem (lab-schaal resultaten):  
Hieronder vallen AquaTerra resultaten gebaseerd op laboratoriumproeven of op interpretatie van veldgegevens die erop gericht zijn de kennis te vergroten van processen die zich afspelen in water, bodem en sediment, of op de grensvlakken van deze compartimenten.
- Karakterisering (veld-schaal resultaten):  
Dit betreft metingen en monitoring on-site, waarmee data zijn verkregen waarmee het systeem beter kan worden gekarakteriseerd.
- Modelleren van de systeempromessen, gebaseerd op de laboratoriumresultaten en de velddata, met als doel bestaande autonome ontwikkelingen te karakteriseren, of om toekomstige trends te voorspellen.

Tabel B2.6 geeft de resultaten van de classificering volgens bovenstaande indeling. De meeste 'key findings' zijn gebaseerd op veld-schaal resultaten en dragen bij aan de karakterisering van het water-bodem-sediment systeem.

**Tabel B2.6 AT key findings (Knowledge & Data) with respect to key finding types**

AT key findings (Data & Knowledge)	TYPES OF KEY FINDINGS		
	Understanding processes	Characterisation	Modelling
Downscaling probabilistic climate change scenarios results			✓
Understanding of hydrogeological and hydrodynamic phenomenon contributing to a better understanding of pollutant transfer		✓	✓
Formation of sulfidic colloids mobilises contaminants (Cu, Cd, Pb) in a flooded soil	✓		
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants	✓	✓	
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	✓		
Distribution of organic contaminants across Europe		✓	
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓	✓	
Biogeochemical processes involved in the inorganic pollutant transfer in the root zone, unsaturated zones and saturated zone	✓		
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	✓	✓	
Degradation rates of selected organic compounds	✓	✓	
Mass balance of pesticides at Brévilles		✓	
Results of soil/air organic compounds exchange	✓	✓	
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓		✓
Isotopic tracing of groundwater / surface water connection	✓	✓	
Results and assessment of existing and measured physical and geochemical data related to sediments and water samples collected in the Ebro Basin		✓	
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects		✓	✓
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale		✓	✓
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)			✓
Development of GEOTOP software – preliminary results			✓
Development of the GEOTRANSF model and its application to the Gallego catchment			✓
Coupling of GEOTRANSF model and solute transport: Results from the modelling of water quality (associated with the presence of nitrate) in the Dese catchment			✓
Application of the tool box for general problems related to climate change			✓
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils	✓	✓	
Characterisation of sediment quality under climate change	✓	✓	
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓	
A data analysis tool box for trend detection and forecast		✓	✓
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water			✓
Prediction of water discharge in Gallego subcatchment using Kernel based method, so called “learning machines”			✓
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data		✓	
Wastewater treatment plants as pathways for aquatic contamination by pharmaceuticals in the Ebro River basin		✓	
Completion of BIOCHEM Decision Support System	✓	✓	
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	✓	✓	
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests		✓	✓
Fate and Transport of contaminants deposit in floodplain	✓	✓	
Fate and Transport of contaminants from Surface Water to Groundwater		✓	
Isotopic data with pollutant burden of sediments		✓	
Positive impact of Danube sampling cruise on stakeholders’ involvement		✓	
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples		✓	
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment		✓	
Passive sampling tools results		✓	
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development		✓	

In tabel B2.7 wordt een overzicht gepresenteerd van de relevantie van de resultaten met betrekking tot stroomgebiedbeheer. Daarbij zijn de volgende categorieën van beheersproblemen onderscheiden:

- Problemen gerelateerd aan de waterkwaliteit:
  - Diffuse verontreiniging door de landbouw – (1)
  - Verzilting – (2)
  - Verontreiniging van sedimenten en uiterwaarden – (3)
  - Grootschalige verontreiniging als gevolg van historische mijnbouw of industriële activiteiten – (4)
  - Verontreiniging door organische stof – (5)
  - Nieuwe verontreinigingen ('Emerging compounds') – (6)
- Problemen gerelateerd aan de waterkwantiteit:
  - Waterschaarste – (7)
  - Overstromingen en lage stroomsnelheden – (8)
- Veranderende omstandigheden
  - Hydromorfologie – (9)
  - Bodemerosie – (10)

Tevens is in tabel B2.7 de aard van het resultaat aangegeven:

- systeemkarakterisering (SC),
- trendvoorspelling (ST),
- systeemmonitoring (SM)
- remediatie / mitigatie van het probleem (SR).

Enkele resultaten staan tussen haakjes, wat betekent dat deze niet direct het betreffende probleem adresseren, maar hiervoor wel van indirect belang kunnen zijn. Uit deze analyse volgt dat de huidige 'key findings' zich primair richten op de problemen van:

- Grootschalige verontreiniging als gevolg van historische mijnbouw of industriële activiteiten,
- Verontreiniging van sedimenten en uiterwaarden en
- Diffuse verontreiniging door de landbouw.

De meeste 'key findings' (39 van de 41) betreffen het verbeteren van de karakterisering van het bodem-water-sediment systeem. Ongeveer de helft (21) gaan over trendvoorspelling en bijna even veel (18) over systeemmonitoring.

Met een omgekeerde benadering kunnen de 'key findings' ook worden weergegeven voor elke geselecteerde stroomgebiedbeheerskwesitie (zie tabel B2.8 – B2.17). Op deze manier is een 'quick scan' mogelijk van de wijze waarop de belangrijkste resultaten van AquaTerra kunnen helpen om een beheerskwesitie op te lossen.

**Tabel B2.7 Relevance of AT key findings (Knowledge & Data) with respect to River Basin Management Issues**

AT Key findings	River basin management issue										
	Water quality						Water quantity		Alterations		Others
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Downscaling probabilistic climate change scenarios results							ST	ST	(ST)		
Understanding of hydrogeological and hydrodynamic phenomenon contributing to a better understanding of pollutant transfer	SC, SM										
Formation of sulfidic colloids mobilises contaminants (Cu, Cd, Pb) in a flooded soil			SC, SM, ST	(SC, SM, ST)							
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants			C, M	C, M	C, M			C, M			
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	SC		SC	SC, SM							
Distribution of organic contaminants across Europe	(SC, SM, ST)		(SC, SM, ST)	SC, SM, ST		(SC, SM, ST)					
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change			SC, SM, ST	SC, SM, ST							
Biogeochemical processes involved in the inorganic pollutant transfer in the root zone, unsaturated zones and saturated zone				SC, SM							
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	SC, SM, (ST), (SR)		SC, SM, (ST), (SR)	SC, SM, (ST), (SR)							SC, SM, (ST), (SR)
Degradation rates of selected organic compounds	SC, SM, ST		SC, SM, ST	SC, SM, ST							
Mass balance of pesticides at Brévilles	SC										
Results of soil/air organic compounds exchange	SC		SC	SC		SC					
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water			SC	SC							
Isotopic tracing of groundwater / surface water connection	SC, SM			SC, SM							
Results and assessment of existing and measured physical and geochemical data related to sediments and water samples collected in the Ebro Basin		SC									Weathering, SC
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects	SC, ST, SM										
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale								SC, ST			
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)				(SC, ST)			
Development of GEOTOP software – preliminary results							SC, ST	SC, ST			
Development of the GEOTRANSF model and its application to the Gallego catchment							SC	SC			
Coupling of GEOTRANSF model and solute transport: Results from the modelling of water quality (associated with the presence of nitrate) in the Dese catchment	ST										
Application of the tool box for general problems related to climate change	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)			(SC, ST)			
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils			SC, ST	(SC, ST)				(SC, ST)		(SC, ST)	
Characterisation of sediment quality under climate change			SC, ST, SM					(SC, ST; SM)			
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method			SC, ST, SM	SC, ST, SM							
A data analysis tool box for trend detection and forecast	SC, SM, ST, SR			SC, SM, ST, SR							Diffuse pollution
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	SC, SM, ST, SR			SC, SM, ST, SR							Diffuse pollution
Prediction of water discharge in Gallego subcatchment using Kernel based method, so called "learning machines"							ST				
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data	SC, SM, ST										
Wastewater treatment plants as pathways for aquatic contamination by pharmaceuticals in the Ebro River basin						SC, SM, SR					
Completion of BIOCHEM Decision Support System	(SC, ST)		SC, ST	(SC, ST)							
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(SC, SM, ST)		SC, SM, ST	(SC, SM, ST)						(SC, SM, ST)	
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests				SC, SM, ST, (SR)				SC, SM, ST, (SR)			
Fate and Transport of contaminants deposit in floodplain			SC, ST, SM, SR	SC, ST, SM, SR							
Fate and Transport of contaminants from Surface Water to Groundwater				SC, ST							
Isotopic data with pollutant burden of sediments	SC, SM, (ST)		SC, SM, (ST)	SC, SM, (ST)							
Positive impact of Danube sampling cruise on stakeholders' involvement			SC								
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	SC, SM						SC, SM				
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	SC, SM						SC, SM				
Passive sampling tools results	SC, SM, (ST)			SC, SM, (ST)			SC, SM, (ST)				
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development			SC, SM	(SC, SM)							

SC = system characterisation  
 SR = system remediation / mitigation  
 SM = system monitoring  
 ST = system trend

**Tabel B2.8 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue « Diffuse Pollution by agriculture »**

<b>AT key findings relevant for "Diffuse Pollution by agriculture"</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation / Mitigations</b>
Understanding of hydrogeological and hydrodynamic phenomenon contributing to a better understanding of pollutant transfer	✓		✓	
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	✓			
Distribution of organic contaminants across Europe	(✓)	(✓)	(✓)	
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	✓	✓	✓	✓
Degradation rates of selected organic compounds	✓	✓	✓	
Mass balance of pesticides at Brévilles	✓			
Results of soil/air organic compounds exchange	✓			
Isotopic tracing of groundwater / surface water connection	✓		✓	
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects	✓	✓	✓	
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	✓	(✓)		
Coupling of GEOTRANSF model and solute transport: Results from the modelling of water quality (associated with the presence of nitrate) in the Dese catchment		✓		
Application of the tool box for general problems related to climate change	(✓)	(✓)		
A data analysis tool box for trend detection and forecast	✓	✓	✓	✓
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	✓	✓	✓	✓
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data	✓	✓	✓	
Completion of BIOCHEM Decision Support System	(✓)	(✓)		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(✓)	(✓)	(✓)	
Isotopic data with pollutant burden of sediments	✓	(✓)	✓	
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	✓		✓	
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	✓		✓	
Passive sampling tools results	✓	(✓)	✓	

**Tabel B2.9 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue « Salinisation »**

AT key findings relevant for "Salinisation"	Characterisation	Trend	Monitoring	Remediation / Mitigations
Results and assessment of existing and measured physical and geochemical data related to sediments and water samples collected in the Ebro Basin	✓			
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	(✓)	(✓)		
Application of the tool box for general problems related to climate change	(✓)	(✓)		

**Tabel B2.10 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue « Contaminated sediments and floodplain soils »**

AT key findings relevant for "Contaminated sediments and floodplain soils"	Characterisation	Trend	Monitoring	Remediation / Mitigations
Formation of sulfidic colloids mobilises contaminants (Cu, Cd, Pb) in a flooded soil	✓	✓	✓	
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants	✓		✓	
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	✓			
Distribution of organic contaminants across Europe	(✓)	(✓)	(✓)	
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓	✓	✓	
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	✓	(✓)	✓	(✓)
Degradation rates of selected organic compounds	✓	✓	✓	
Results of soil/air organic compounds exchange	✓			
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓			
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	(✓)	(✓)		
Application of the tool box for general problems related to climate change	(✓)	(✓)		
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils	✓	✓		
Characterisation of sediment quality under climate change	✓	✓	✓	
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓	✓	
Completion of BIOCHEM Decision Support System	✓	✓		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	✓	✓	✓	
Fate and Transport of contaminants deposit in floodplain	✓	✓	✓	✓
Isotopic data with pollutant burden of sediments	✓	(✓)	✓	
Positive impact of Danube sampling cruise on stakeholders' involvement	✓			
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	✓		✓	

**Tabel B2.11 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue « Large scale pollution due to past mining and industries activities »**

<b>AT key findings relevant for "Large scale pollution due to past mining and industries activities"</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation / Mitigations</b>
Formation of sulfidic colloids mobilises contaminants (Cu, Cd, Pb) in a flooded soil	(✓)	(✓)	(✓)	
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants	✓		✓	
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	✓		✓	
Distribution of organic contaminants across Europe	✓	✓	✓	
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓	✓	✓	
Biogeochemical processes involved in the inorganic pollutant transfer in the root zone, unsaturated zones and saturated zone	✓		✓	
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	✓	(✓)	✓	(✓)
Degradation rates of selected organic compounds	✓	✓	✓	
Results of soil/air organic compounds exchange	✓			
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓			
Isotopic tracing of groundwater / surface water connection	✓		✓	
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	(✓)	(✓)		
Application of the tool box for general problems related to climate change	(✓)	(✓)		
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils	(✓)	(✓)		
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓	✓	
A data analysis tool box for trend detection and forecast	✓	✓	✓	✓
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	✓	✓	✓	✓
Completion of BIOCHEM Decision Support System	(✓)	(✓)		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(✓)	(✓)	(✓)	
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	✓	✓	✓	(✓)
Fate and Transport of contaminants deposit in floodplain	✓	✓	✓	✓
Fate and Transport of contaminants from Surface Water to Groundwater	✓	✓		
Isotopic data with pollutant burden of sediments	✓	(✓)	✓	
Passive sampling tools results	✓	(✓)	✓	
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	(✓)		(✓)	

**Tabel B2.12 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue "Pollution by organic matter"**

<b>AT key findings relevant for "Pollution by organic matter"</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation / Mitigations</b>
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants	✓		✓	
Application of the tool box for general problems related to climate change	(✓)	(✓)		

**Table B2.13 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue “Emerging compounds”**

AT key findings relevant for "Emerging compounds"	Characterisation	Trend	Monitoring	Remediation / Mitigations
Distribution of organic contaminants across Europe	(✓)	(✓)	(✓)	
Results of soil/air organic compounds exchange	✓			
Wastewater treatment plants as pathways for aquatic contamination by pharmaceuticals in the Ebro River basin	✓		✓	✓
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	✓		✓	
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	✓		✓	
Passive sampling tools results	✓	✓		

**Table B2.14 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue “Water scarcity”**

AT key findings relevant for "Water scarcity"	Characterisation	Trend	Monitoring	Remediation / Mitigations
Downscaling probabilistic climate change scenarios results		✓		
Development of GEOTOP software – preliminary results	✓	✓		
Development of the GEOTRANSF model and its application to the Gallego catchment	✓			
Prediction of water discharge in Gallego subcatchment using Kernel based method, so called “learning machines”		✓		

**Table B2.15 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue “Floods and Low flow”**

AT key findings relevant for "Floods and Low flow"	Characterisation	Trend	Monitoring	Remediation / Mitigations
Downscaling probabilistic climate change scenarios results		✓		
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants	✓		✓	
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale	✓	✓		
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	(✓)	(✓)		
Development of GEOTOP software – preliminary results	✓	✓		
Development of the GEOTRANSF model and its application to the Gallego catchment	✓			
Application of the tool box for general problems related to climate change	(✓)	(✓)		
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils	(✓)	(✓)		
Characterisation of sediment quality under climate change	(✓)	(✓)	(✓)	
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	✓	✓	✓	(✓)

**Tabel B2.16 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue “Hydromorphological alterations”**

<b>AT key findings relevant for "Hydromorphological alterations"</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation / Mitigations</b>
Downscaling probabilistic climate change scenarios results		(✓)		

**Tabel B2.17 AT key findings (Knowledge & Data) relevant for the river basin management issue “Soil erosion”**

<b>AT key findings relevant for "Soil erosion"</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation / Mitigations</b>
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils	(✓)	(✓)		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(✓)	(✓)	(✓)	

Er worden drie categorieën eindgebruikers onderscheiden voor wie de in AquaTerra geproduceerde kennis en data relevant kunnen zijn:

- Technische eindgebruikers: technisch stafpersoneel, betrokken bij de implementatie van de KRW en actoren in het onderzoeksveld.
- Management eindgebruikers: beheerders die betrokken zijn bij de KRW implementatie
- Beleidseindgebruikers: ambtenaren die verantwoordelijk zijn voor opstellen van beleid en handhaving

Tabel B2.18 laat de resultaten zien van een analyse van het type eindgebruikers van de verschillende 'key findings'. Alle data en kennis zijn zeer relevant voor technische eindgebruikers. Dit is inherent aan de aard van het AquaTerra project (voornamelijk onderzoek dat technische output levert). De meeste kennis en data zijn ook relevant voor beheerders, omdat de resultaten helpen het begrip van het water-bodem-sedimentsysteem te vergroten en daarmee een gezonde wetenschappelijke basis voor rivierbeheer leveren. De relevantie voor deze categorie van gebruikers is wel van meer algemene aard dan die voor de technische eindgebruikers.

**Tabel B2.18 AT key findings (Knowledge & Data) with respect to potential end-users**

AT KEY FINDINGS (DATA & KNOWLEDGE)	TECHNICAL		MANAGEMENT	POLICY	
	WFD implementation	Research	WFD implementation	Compliance	Making
Downscaling probabilistic climate change scenarios results	✓	✓	✓		
Understanding of hydrogeological and hydrodynamic phenomenon contributing to a better understanding of pollutant transfer	✓	✓	✓		✓
Formation of sulfidic colloids mobilises contaminants (Cu, Cd, Pb) in a flooded soil		✓			
Flood events affect the fate of contaminants and enhance the release mechanism of organic contaminants	✓	✓			
Influence of black carbon on sorption of organic pollutants	✓	✓	✓		
Distribution of organic contaminants across Europe	✓	✓	✓		✓
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓	✓	✓		
Biogeochemical processes involved in the inorganic pollutant transfer in the root zone, unsaturated zones and saturated zone	✓	✓			
Measurements microbial activities (for degradation of specific organic contaminants)	✓	✓			
Degradation rates of selected organic compounds	✓	✓	✓		
Mass balance of pesticides at Brévilles		✓			
Results of soil/air organic compounds exchange	✓	✓	✓		
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓	✓	✓		
Isotopic tracing of groundwater / surface water connection	✓	✓	✓		
Results and assessment of existing and measured physical and geochemical data related to sediments and water samples collected in the Ebro Basin	✓	✓	✓		
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects	✓	✓	✓		
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale	✓	✓			
Computation and understanding of soil moisture pattern in the Beerze Reuzel (Meuse)	✓	✓	✓	✓	✓
Development of GEOTOP software – preliminary results	✓	✓	✓		
Development of the GEOTRANSF model and its application to the Gallego catchment	✓	✓	✓		
Coupling of GEOTRANSF model and solute transport: Results from the modelling of water quality (associated with the presence of nitrate) in the Dese catchment	✓	✓	✓		
Application of the tool box for general problems related to climate change	✓	✓			
Sorption behaviour of heavy metals in floodplain soils		✓	✓	✓	
Characterisation of sediment quality under climate change	✓	✓	✓		
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓	✓		✓
A data analysis tool box for trend detection and forecast	✓	✓	✓		✓
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	✓	✓	✓		
Prediction of water discharge in Gallego subcatchment using Kernel based method, so called “learning machines”	✓	✓	✓		
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data	✓	✓			
Wastewater treatment plants as pathways for aquatic contamination by pharmaceuticals in the Ebro River basin	✓	✓	✓	✓	✓
Completion of BIOCHEM Decision Support System	✓	✓	✓		✓
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	✓	✓			
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	✓	✓	✓		
Fate and Transport of contaminants deposit in floodplain	✓	✓	✓		
Fate and Transport of contaminants from Surface Water to Groundwater	✓	✓	✓		
Isotopic data with pollutant burden of sediments	✓	✓	✓		✓
Positive impact of Danube sampling cruise on stakeholders’ involvement	✓	✓	✓	✓	✓
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	✓	✓	✓		✓
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	✓	✓			✓
Passive sampling tools results	✓	✓			
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	✓	✓			

Tabel B2.19 geeft informatie over de locatie van het stroomgebied waarin de 'tools' zijn ontwikkeld of geoptimaliseerd. Afhankelijk van parameters die het toepassingsgebied bepalen (bijv. de schaalgrootte), zijn de 'tools' – eventueel na aanpassingen - mogelijk ook toepasbaar voor andere stroomgebieden dan waarin ze zijn ontwikkeld. Voor de schaalgrootte wordt onderscheid gemaakt tussen lokaal ('site' of laboratorium), '(sub)catchment' en stroomgebiedschaal. De meeste van de 31 'tools' zijn ontwikkeld voor de lokale schaal, ongeveer een derde voor '(sub)catchment' schaal en slechts enkele voor de schaal van het stroomgebied. Indien rekening wordt gehouden met vertaalbaarheid naar andere schaalgroottes, kunnen 25 'tools' worden toegepast op lokale schaal, 14 op '(sub)catchment' schaal en 7 op stroomgebiedschaal.

Er zijn drie soorten 'tools' onderscheiden: modelleer 'tools' (in totaal 15), veld 'tools' (in totaal 11) en laboratorium 'tools' (bijv. analytische protocollen, in totaal 11). Een overzicht met deze indeling is gegeven in tabel 2.20.

Op dezelfde wijze als met 'kennis en data' is er ook voor de 'tools' gekeken naar de relevantie voor geselecteerde kwesties in stroomgebiedbeheer. In tabel B2.21 wordt een overzicht gegeven. Deze tabel specificeert tevens het geadresseerde onderwerp: systeemkarakterisering (SC), trendvoorspelling (ST), systeemmonitoring (SM) en remediatie of mitigatie (SR). Informatie tussen haakjes betekent dat de 'tool' weliswaar niet direct gericht is op de betreffende beheerskwestie, maar daarvoor wel van betekenis kan zijn (bijv. in combinatie met een andere 'tool').

Uit deze analyse volgt dat de AquaTerra 'tools' voornamelijk de volgende kwesties adresseren: i) Grootschalige verontreiniging als gevolg van historische mijnbouw of industriële activiteiten, ii) Verontreiniging van sedimenten en uiterwaarden en iii) Diffuse verontreiniging door de landbouw.

De meeste 'tools' betreffen de verbetering van de karakterisering van het water-bodem-sedimentsysteem (30 van de 31 'tools'). Ongeveer een derde richt zich op voorspelling van trends en systeemmonitoring.

Evenals met 'kennis en data' kunnen de 'tools' met een omgekeerde benadering ook worden weergegeven voor elke geselecteerde stroomgebiedbeheerskwestie (zie tabel B2.22 - B2.31). Op deze manier is een 'quick scan' mogelijk van de wijze waarop de in AquaTerra ontwikkelde 'tools' kunnen helpen om een beheerskwestie op te lossen.

Met deze benadering zijn technische, management en beleids-eindgebruikers die betrokken zijn bij rivierbeheer in staat snel de beschikbare AquaTerra 'tools' te vinden.

Tabel B2.32 laat de resultaten zien van een analyse van het type eindgebruikers van de verschillende 'tools'. Het blijkt dat de 'tools' alleen relevant zijn voor technische eindgebruikers (hetzij in de context van onderzoek of van KRW-implementatie). Voor enkele 'tools' is specifieke wetenschappelijke kennis (bijv. hydrogeologie) vereist.

**Tabel B2.19 AT key findings (Tools) with respect to river basin location and spatial application scale**

AT key findings - TOOLS	Basin					
	Danube	Ebro	Meuse	Elbe	Brévilles	Others
Climate change downscaling method		L, C, RB	L, C, RB		L, C, RB	
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments					L	
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone					L	
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments				L		
Free drainage lysimeters				L		
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change		C	L			
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes	L, C, RB	L, C, RB		L, C, RB	L, C, RB	
Measurements tools of estrogenic activity		L				
Degradation rate measurement in the field through stable isotope analysis			L			
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange		RB			RB	
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water				L		
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects				L	L	
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale				L		
Development of GEOSYS model at the catchment scale			L, (C)			
Development of GEOTOP software						C (Brenta)
Development of the GEOTRANSF model		C				C (Brenta, Dese)
Development of a tool box integrating hydro-system modelling		C	C			
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method			L			
Test battery for eco-toxicological and ecological quality				L		
Soil chronosequences	L	L		L		(C)
A data analysis tool box for trend detection and forecast			C		C	(L, RB)
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water			C		C	
Kernel based method “learning machines” to predict water discharge		Sub-C				
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data					C	
BIOCHEM DSS			L			
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters			L, RB			
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests			L			(C)
Optimised method for the analysis ofalachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples					L	
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment		L				
Passive sampling tools	L, C, RB	L, C, RB		L, C, RB	L, C, RB	
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	L			L		(C, RB)

**L = Local scale**

**C = Catchment scale**

**RB = River Basin**

*(C) = could be applied at catchment scale*

*(RB) = could be applied at River Basin scale*

**Tabel B2.20 AT key findings (Tools) with respect to the type of tools (modelling, field based, laboratory based)**

AT key findings - TOOLS	Type of key findings		
	Modelling	Field based	Laboratory based
Climate change downscaling method	✓		
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments		✓	
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone	✓	✓	
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments			✓
Free drainage lysimeters		✓	
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓		✓
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes			✓
Measurements tools of estrogenic activity			✓
Degradation rate measurement in the field through stable isotope analysis		✓	✓
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange		✓	
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓		
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects	✓		
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale	✓		
Development of GEOSYS model at the catchment scale	✓		
Development of GEOTOP software	✓		
Development of the GEOTRANSF model	✓		
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	✓		
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method			✓
Test battery for eco-toxicological and ecological quality			✓
Soil chronosequences		✓	✓
A data analysis tool box for trend detection and forecast	✓	✓	
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	✓		
Kernel based method “learning machines” to predict water discharge	✓		
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data		✓	
BIOCHEM DSS	✓		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters			✓
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	✓	✓	
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples			✓
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment			✓
Passive sampling tools		✓	
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development		✓	

**Tabel B2.21 AT key findings (Tools) with respect to selected river basin management issues**

AT Key findings (TOOLS)	RIVER BASIN MANAGEMENT ISSUES										
	Water quality						Water quantity		Alterations		Others
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Climate change downscaling method							ST	ST			
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments	SC				SC	SC					
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone	SC			SC		SC					
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments			SC	SC	SC	SC					
Free drainage lysimeters	SC		SC	SC	SC	SC		SC		SC	
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change			SC, SM, ST	SC, SM, ST							
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes	SC, SM, (ST), (SR)		SC, SM, (ST), (SR)	SC, SM, (ST), (SR)							SC, SM, (ST, SR)
Measurements of estrogenic activity						SC					
Degradation rate measurement in the field through stable isotope analysis			SC	SC							
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange	SC		SC	SC		SC					
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water			SC, (ST)	SC, (ST)							
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects								SC			
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale								SC, ST			
Development of GEOSYS model at the catchment scale	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)				(SC, ST)			
Development of GEOTOP software							SC, ST	SC, ST			
Development of the GEOTRANSF model							SC, (ST)	SC, (ST)			
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)	(SC, ST)		(SC, ST)			
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	SC, ST		SC, ST	SC, ST							
Test battery for eco-toxicological and ecological quality	SC, ST		SC, ST	SC, ST							
Soil chronosequences			SC, ST	SC, ST				SC, ST		SC, ST	
A data analysis tool box for trend detection and forecast	SC, ST			SC, ST							Diffuse pollution
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	SC, ST										Diffuse pollution
Kernel based method "learning machines" to predict water discharge				SC, ST			ST				
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data	SC, SM										
BIOCHEM DSS	(SC, ST)		SC, ST	(SC, ST)							
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(SC, SM, ST)		SC, SM, ST	(SC, SM, ST)						(SC, SM, ST)	
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests				SC, SM, ST				SC, SM, ST			
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	SC, SM			SC, SM							
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	SC, SM			SC, SM							
Passive sampling tools	SC, SM, (ST)			SC, SM, (ST)		SC, SM, (ST)					
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	(SC, SM)		SC, SM	(SC, SM)							

SC = system characterisation                      SM = system monitoring  
 SR = system remediation / mitigation              ST = system trend

**Tabel B2.22 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Diffuse pollution by agriculture »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Diffuse Pollution by agriculture</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments	✓			
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone	✓			
Free drainage lysimeters	✓			
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes	✓	(✓)	✓	(✓)
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange	✓			
Development of GEOSYS model at the catchment scale	(✓)	(✓)		
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	(✓)	(✓)		
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓		
Test battery for eco-toxicological and ecological quality	✓	✓		
A data analysis tool box for trend detection and forecast	✓	✓		
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	✓	✓		
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data	✓		✓	
BIOCHEM DSS	(✓)	(✓)		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(✓)	(✓)	(✓)	
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	✓		✓	
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	✓		✓	
Passive sampling tools	✓	(✓)	✓	
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	(✓)		(✓)	

**Tabel B2.23 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Salinisation »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Salinisation</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Development of GEOSYS model at the catchment scale	(✓)	(✓)		
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	(✓)	(✓)		

**Tabel B2.24 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Contaminated sediments and floodplain soils »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Contaminated sediments and floodplain soils</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments	✓			
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓	✓	✓	
Free drainage lysimeters	✓			
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes	✓	(✓)	✓	(✓)
Degradation rate measurement in the field through stable isotope analysis	✓			
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange	✓			
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓	(✓)		
Development of GEOSYS model at the catchment scale	(✓)	(✓)		
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	(✓)	(✓)		
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓		
Test battery for eco-toxicological and ecological quality	✓	✓		
Soil chronosequences	✓	✓		
BIOCHEM DSS	✓	✓		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	✓	✓	✓	
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	✓		✓	

**Tabel B2.25 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Large scale pollution due to past mining and industrial activities »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Large scale pollution due to past mining and industrial activities</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone	✓			
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments	✓			
Free drainage lysimeters	✓			
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓	✓	✓	
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes	✓	(✓)	✓	(✓)
Degradation rate measurement in the field through stable isotope analysis	✓			
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange	✓			
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓	(✓)		
Development of GEOSYS model at the catchment scale	(✓)	(✓)		
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	(✓)	(✓)		
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓		
Test battery for eco-toxicological and ecological quality	✓	✓		
Soil chronosequences	✓	✓		
A data analysis tool box for trend detection and forecast	✓	✓		
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	✓	✓		
BIOCHEM DSS	(✓)	(✓)		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(✓)	(✓)	(✓)	
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	(✓)	(✓)	(✓)	
Passive sampling tools	✓	✓		
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	(✓)		(✓)	

**Tabel B2.26 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Pollution by organic matter »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Pollution by organic matter</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments	✓			
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments	✓			
Free drainage lysimeters	✓			
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	(✓)	(✓)		

**Table B2.27 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Emerging compounds »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Emerging compounds</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments	✓			
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone	✓			
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments	✓			
Free drainage lysimeters	✓			
Measurements of estrogenic activity	✓			
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange	✓			
aqueous samples	✓		✓	
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	✓		✓	
Passive sampling tools	✓	(✓)	✓	

**Table B2.28 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Water scarcity »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Water scarcity</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Climate change downscaling method		✓		
Development of GEOTOP software	✓	✓		
Development of the GEOTRANSF model	✓	(✓)		
Kernel based method “learning machines” to predict water discharge		✓		

**Table B2.29 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Floods and low flow »**

<b>AT key findings (TOOLS) - Floods and low flow</b>	<b>Characterisation</b>	<b>Trend</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Remediation Mitigations</b>
Climate change downscaling method		✓		
Free drainage lysimeters	✓			
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects	✓			
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale	✓	✓		
Development of GEOSYS model at the catchment scale	(✓)	(✓)		
Development of GEOTOP software	✓	✓		
Development of the GEOTRANSF model	✓	(✓)		
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	(✓)	(✓)		
Soil chronosequences	✓	✓		
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	✓	✓	✓	

**Tabel B2.30 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Hydromorphological alterations »**

AT key findings (TOOLS) - Hydromorphological alterations	Characterisation	Trend	Monitoring	Remediation Mitigations
None				

**Tabel B2.31 AT key findings (Tools) relevant for river basin management associated with « Soil erosion »**

AT key findings (TOOLS) - Soil erosion	Characterisation	Trend	Monitoring	Remediation Mitigations
Free drainage lysimeters	✓			
Soil chronosequences	✓	✓		
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	(✓)	(✓)	(✓)	

**Tabel B2.32 AT key findings (tools) potential end-users**

AT key findings - Tools	TECHNICAL		MANAGEMENT	POLICY		Comments
	WFD implementation	Research	WFD implementation	Compliance	Making	
Climate change downscaling method	✓	✓				Climate change modeller
Drilling method for deep uncontaminated solid sampling for pesticide degradation experiments		✓				Geologist and hydrogeologist
Finite Volume Point Dilution Method for tracer injection and determination of transfer velocities of water in the saturated zone	✓	✓				Hydrogeologists
Colloid / DOM sampling from laboratory-based microcosms experiments		✓				
Free drainage lysimeters	✓	✓				Scientists, Environmental surveyor, engineer
Kd functions to define relation between inorganic pollutant mobility (soil to water), the main biogeochemical characteristics of soils and the main parameters of global change	✓	✓				Scientists and modellers
Molecular tools to detect bacteria and specific enzymes	Ordered by	✓				Molecular Microbiologists, adequately equipped laboratory
Measurements of estrogenic activity		✓				Scientists, adequately equipped laboratory
Degradation rate measurement in the field through stable isotope analysis		✓				Laboratories equipped for <sup>12</sup> C/ <sup>13</sup> C isotopic analysis
Techniques to look at soil/air organic compounds exchange	✓	✓				Require adequate training
Modelling of contaminants at the interface between groundwater and surface water	✓	✓				Modellers
Development of numerical models for detail (local scale) simulation of soil water dynamics including preferential flow effects		✓				Modellers
Development of tools for modelling sub-surface run-off generation at the hillslope scale		✓				Modellers
Development of GEOSYS model at the catchment scale	✓	✓				Modellers, Hydrogeologists
Development of GEOTOP software	✓	✓				Modellers
Development of the GEOTRANSF model	✓	✓				Modellers, Hydrogeologists
Development of a tool box integrating hydro-system modelling	✓	✓				Modellers, Require adequate training
Acid volatile sulphide and simultaneous extracted metals (AVS-SEM) method	✓	✓				
Test battery for eco-toxicological and ecological quality	Ordered by	✓				Ecotox laboratory
Soil chronosequences		✓				
A data analysis tool box for trend detection and forecast	✓	✓				
Modelling tools for trend prediction and forecasting in groundwater and surface water	✓	✓				
Kernel based method "learning machines" to predict water discharge	✓	✓				
The development of a user friendly extensive database of Brévilles data		✓				
BIOCHEM DSS	✓	✓				
Bio-assay battery / eco-toxicological parameters	Ordered by	✓				Ecotox laboratory
Development of methodology for the quantification of discharge in surface water using groundwater monitoring and tracer tests	✓	✓				
Optimised method for the analysis of alachlor, metalochlor, acetochlor and their respective ethanesulfonic and oxanilic acids in aqueous samples	Ordered by	✓				Laboratory equipped with LQS
Protocol for the analysis of OC and OP pesticides and their degradation products in water/soil/sediment	Ordered by	✓				Laboratories equipped with GC/MS equipment
Passive sampling tools	✓	✓				
Optimisation of Magnetic proxi screening tool development	✓	✓				Basic knowledge in science required

**Ordered by = The use of the tool can be ordered by the end-users (the end-user does not use the tool but its results)**

### **Bijlage 3 – Eerste ideeën voor AquaTerra vervolgonderzoek**

#### Welk type onderzoek zou nodig zijn om de resterende vragen te beantwoorden waarmee de stroomgebiedbeheerders worden geconfronteerd

In 2012 moet het tweede SGBP worden opgesteld. Daarom is het nu het geschikte moment om contact te leggen met de stroomgebiedsautoriteiten die deze plannen gaan uitwerken.

Aanbevolen wordt de AquaTerra resultaten duidelijker te maken door fundamenteel onderzoek te verschuiven naar toegepast onderzoek en lokale kwesties op te schalen naar stroomgebiedskwesties, c.q. specifieke oplossingen naar generieke oplossingen.

Verder wordt aanbevolen om de AquaTerra resultaten (die zich voornamelijk op de 'toestand' richten) te vertalen naar 'pressures en impacts'. In het laatste jaar moeten we het belang van chemische fluxen voor de ecologie en de menselijke gezondheid duidelijk maken en de uitkomsten toevoegen aan de SGBP's. De volgende stap zou dan zijn om de resultaten niet alleen met gezondheid, maar ook met energievoorzieningsaspecten te combineren.

Wat is het belang van extreme gebeurtenissen? 90% van het massatransport vindt plaats in 5% van de gebeurtenissen, maar de impact op het ecosysteem is niet bekend. Er zijn meer veldmetingen op een grotere schaal nodig.

#### Hoe kan het laatste jaar van AquaTerra worden gebruikt om dit type onderzoek op te zetten

Schrijf een kort samenvattend rapport voor beleidsmakers of een ander gespecificeerd publiek met daarin de voornaamste resultaten en aanbevelingen. Laat het lezen aan een journalist en laat het hem herschrijven. Probeer de resultaten van AquaTerra te combineren met elk beleidsniveau.

Het ontwikkelen van een raamwerk waarin alle factoren in het bodem-watersysteem zijn vervat, kan de communicatie tussen wetenschappers en beleidsmakers ondersteunen.

Verbind de AquaTerra resultaten aan die van RiskBase. Tot nu toe hebben we niet voldoende energie gestoken in het benutten van AquaTerra resultaten. We moeten mechanismen vinden om de AquaTerra resultaten over te brengen naar het RiskBase programma.

We moeten wetenschappers in contact brengen met stroomgebiedbeheerders. Deze interactie moet resulteren in een meer innovatieve benadering in het SGBP (eerst op pilot schaal). Voor de implementatie van AquaTerra resultaten in de praktijk van het waterbeheer voor verschillende stroomgebieden zijn vervolgonderzoekprojecten nodig.