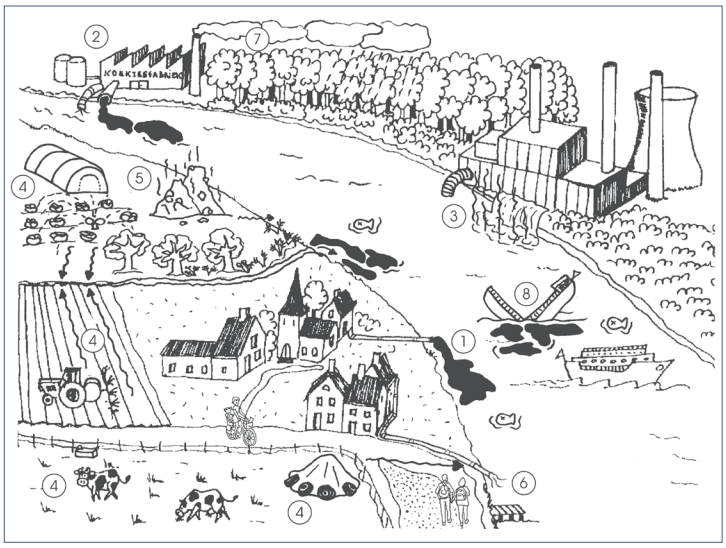
In het water gevallen?

Water wordt gewonnen, behandeld, vervoerd, verdeeld en vervolgens gebruikt. Na gebruik is dit water in meer of mindere mate vervuild. Dit vervuilde water keert terug naar de natuur via de riolering, eventueel na een zuiveringsinstallatie doorlopen te hebben, via een sterfput of rechtstreeks in een waterloop. Het water legt een hele tocht af, die men de watercyclus noemt. Het is heel belangrijk dat voldoende water na gebruik zuiver genoeg is, of wordt gemaakt, om later opnieuw gebruikt te kunnen worden. Want water is geen onuitputtelijk goed!

1 / Waar komt vervuiling vandaan?



Huishoudelijk afvalwater (1) is een gevolg van het watergebruik in huis. Dit afvalwater bevat voornamelijk organische vervuiling (urine, uitwerpselen, vetten, papier, voedselresten, ...) micro-biologische vervuiling (bacteriën) en chemische vervuiling (detergenten, zepen, bleekwater,...).

Industrieel afvalwater (2) kan bestaan uit organisch afval (voedingsindustrie, suikerraffinaderij, brouwerij, …), uit chemische stoffen zoals petroleumderivaten (o.a. petrochemie), zware metalen (petrochemie, metaalindustrie, machinebouw, leerlooierijen), oplosmiddelen (o.a. fenolen), stikstofhoudende producten (meststofindustrieën, springstoffen).

Elektriciteitscentrales (3) koelen machines met rivierwater. Het **koelwater** dat vervolgens geloosd wordt kan een temperatuur hebben van 30°C en meer. Dit heeft natuurlijk gevolgen voor de fauna en flora van de waterloop.

In **agrarisch afvalwater** (4) vindt men organische stoffen (mest), chemische meststoffen (nitraten en fosfaten), pesticiden en bacteriën. Deze verontreinigende stoffen worden zelden rechtstreeks in het oppervlaktewater geloosd, maar door regenwater spoelen ze van het land of dringen ze in de grond tot het grondwater. De landbouw veroorzaakt een diffuse verontreiniging van oppervlaktewater en grondwater.

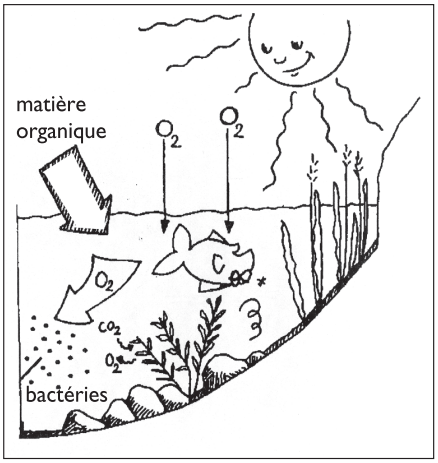
Logingwater van vervuilde gronden (5): het logingwater uit stortplaatsen of braakliggende industrieterreinen, beladen met verontreinigende stoffen, verspreidt zich verder in de bodem tot het grondwater.

Ook **regenwater** dat over de wegen stroomt, is vervuild door o.a. petroleumderivaten en zink (6).

Een deel van de watervervuiling ontstaat door **luchtverontreiniging**. (7) De rook afkomstig van de industrie, van het verkeer en van de woningen transporteert een groot aantal vervuilende deeltjes zoals petroleumderivaten (60% van de vervuiling in zee is afkomstig van de petroleumderivaten die door de lucht worden verspreid), zware metalen, zwavel en koolzuurgas (o.a. verantwoordelijk voor de zure regen),…

En uiteindelijk is er de vervuiling die ontstaat door **ongevallen** (8): een breuk of een slecht onderhoud van de afsluiters, lekken in leidingen of vergaarbakken, brand, gekantelde vrachtwagen, schipbreuk,… Deze vorm van vervuiling kan lokaal zeer ernstig zijn, maar toch gaat het hier om een zeer klein deel van de vervuilingsbronnen.

2 / Verschillende vormen van vervuiling



- **Organische stoffen (SO)**

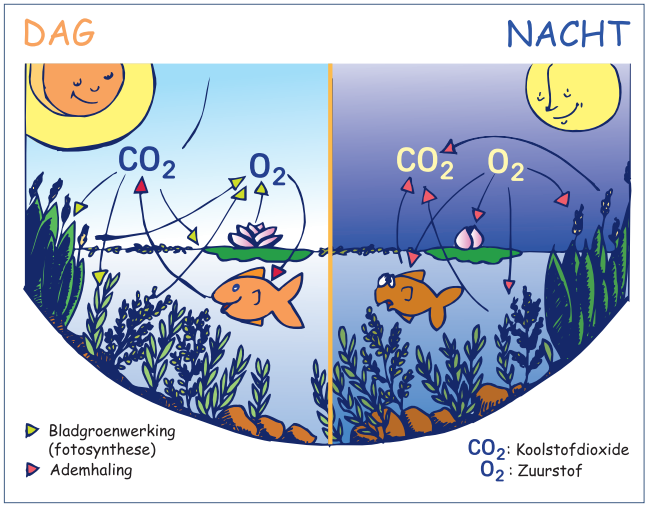
Wat?
Organische stoffen zijn samengesteld uit ketens van koolstofatomen.
De organische stoffen bestaan voor 95% uit koolstof (C) en zuurstof (O).
De resterende 5% bestaat uit stikstof (N), fosfor (P), zwavel (S), waterstof (H) en een paar spoorelementen.

Gevolgen:
De organische stoffen kunnen min of meer door bacteriën worden afgebroken (biologisch afbreekbaar). Als bacteriën deze organische stoffen afbreken, verbruiken zij daarbij zuurstof. Indien er teveel organisch materiaal in het water aanwezig is, zal door het afbraakproces de opgeloste zuurstof in het water snel opgebruikt zijn. Bij een zuurstofconcentratie lager dan 3mg/l* verdwijnt een groot deel van de waterdieren. Enkel de 'sterke' organismen (o.a. bloedzuigers, sommige wormen, watervlooien, ….) kunnen overleven.
Uit de afbraak van stikstofrijke organische verbindingen ontstaan giftige stoffen zoals ammoniak (NH_3) en nitriet (NO_2).
Als er genoeg zuurstof in het water is, oxideren deze stoffen tot nitraat (NO_3), dat door planten wordt opgenomen. Bij een te grote organische vervuiling gebeurt de oxidatie niet en blijven ammoniak en nitriet in het oppervlaktewater aanwezig.
(*) Een basiswaterkwaliteit vereist 5 mg O_2/l, een viskwaliteit zelfs 7 mg O_2/l.

- **Mineralen**

Wat?
Eutrofiëring omvat een vergrote toevoer van voedingsstoffen - vooral stikstofhoudende of fosfaathoudende voedingstoffen - in het aquatisch milieu. Dit is een gevolg van bijvoorbeeld de verspreiding van meststoffen en wasmiddelen in het oppervlaktewater. Als deze stoffen ontbinden, komen nitraten en fosfaten vrij.

Gevolgen:
De voedingsstoffen bevorderen de plantengroei (algen en waterplanten). Vooral de algen overwoekeren zeer snel alle andere waterplanten. Massale algenbloei ten gevolge van eutrofiëring maakt waterlopen ongeschikt voor andere doeleinden zoals: recreatie, water-winning, …



Daarom zie je zo vaak in de grachten naast akkers of weiden een groene blubber drijven: het zijn algen die zo sterk groeien door de mest die van de akkers en weiden afspoelt met de regen.

Planten ademen, net zoals wij, dag en nacht een hoeveelheid zuurstof in. Daarnaast doen planten overdag aan fotosynthese; bij dit proces nemen ze koolstofdioxide (CO_2) op en geven ze zuurstof (O_2) af. Zolang de zon schijnt en de planten aan fotosynthese kunnen doen, is er geen probleem. Maar als 's nachts de fotosynthese stopt en de grote hoeveelheid waterplanten door ademhaling alleen maar zuurstof gebruikt,ontstaat een zuurstoftekort. In de herfst is dit fenomeen nog veel sterker. Veel planten en vissen sterven dan af. De planten doen niet meer aan fotosynthese. De hoeveelheid toegenomen dood materiaal werkt de organische vervuiling verder in de hand.

- **Interne stoffen**

Wat?
Inerte stoffen zoals metaal, sloopafval, zwerfvuil, zand, plastik, glas,... hebben ook gevolgen voor de waterloop.

Gevolgen:
De waterwegbeheerders hebben hun handen vol om deze vervuiling uit de waterlopen te verwijderen.
Deze stoffen zijn niet tot **zeer slecht biologisch afbreekbaar**.

- **Giftige vervuiling**

Wat?
Onder giftige vervuiling verstaan we vervuiling door chemische producten, zware metalen, zuren...

Gevolgen:
Het grootste deel van deze stoffen komt van nature in zeer kleine hoeveelheden in onze directe leefomgeving voor. Een beperkt aantal ervan is levensnoodzakelijk voor het functioneren van ons lichaam (zink, magnesium, ...), maar de meeste zijn reeds bij kleine hoeveelheden giftig. Ze kunnen dodelijk zijn voor kwetsbare levensvormen (larven, eieren, jongen…) of zeer zware gevolgen hebben voor o.a. de spieren, het zenuwstelsel, de voortplanting, de groei, kankervorming, … Deze stoffen zijn zeer slecht biologisch afbreekbaar. Hun afbraak gebeurt vooral door chemische reacties, zoals bijvoorbeeld oxidatie en kan tientallen, soms honderden jaren duren. Deze stoffen stapelen zich geleidelijk in het milieu en in de levende organismen op (bio-accumulatie). Vooral bovenaan de 'voedselpiramide' (roofdieren, de mens) worden deze stoffen in grote hoeveelheden aangetroffen in vetweefsel, de lever, het haar, ...

DDT: een dodelijk gif
Dichlorodifenyl trichloroethaan of DDT is een krachtig pesticide dat gedurende tientallen jaren werd gebruikt vooraleer het uiteindelijk verboden werd. Het kan wereldwijd nog in het milieu worden teruggevonden, zelfs tot in het poolijs! DDT kan tot een miljard keer geconcentreerd worden: in het water van de moerassen van Louisiana vinden we 1 ppb, die in vissen kan oplopen tot 15 ppm en in zeeleeuwen tot 800 ppm. DDT wordt ervan beschuldigd een aandeel te hebben in de terugval van het aantal pergrimsvalken in de jaren '50-'60. Alle organocloorverbindingen, zoals DDT, PCB's of dioxines zijn extreem toxisch voor levende wezens. Agent Orange, een toxisch gas dat tijdens de Vietnamoorlog werd gebruikt, is een chemische verbinding die hier ook zeer nauw bij aanleunt.

- **Microbiologische verontreiniging**

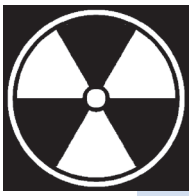
Wat?
Verontreiniging door micro-organismen en bacteriën – ziekteverwekkers voor mens en/of andere organismen.

Gevolgen:
Door lozing van huishoudelijk afvalwater, water van kwekerijen, ... worden micro-organismen rechtstreeks in grote hoeveelheden verspreid. In waterlopen die door menselijk toedoen vervuild raakten met organisch materiaal, uitwerpselen,... kunnen ze zich weelderig vermenigvuldigen. Ze kunnen ziektes veroorzaken bij watervogels of recreanten (bv. salmonella).

- **Andere verontreinigingen: mechanische, thermische of radioactieve**

Wat?
De menselijke activiteiten hebben een grote invloed op de omgeving: verwijderen van natuurlijke elementen, lozing van radioactieve stoffen, lozing van koelwater, …

Gevolgen:
De gevolgen zijn soms zichtbaar, maar soms ook niet. Bv. in landen met een gematigd klimaat moet het oppervlaktewater onder de 25°C blijven. Als de industrie oppervlaktewater gebruikt voor koeling (bv. elektriciteitscentrales) kan de temperatuur van het geloosde water erg hoog zijn. Maar wettelijk mag het temperatuurverschil tussen het oppervlaktewater en het geloosde water niet hoger dan 10°C zijn.
Vooral de waterdieren zijn zeer gevoelig voor plotse temperatuurstijgingen in hun leefomgeving. In warm water is bovendien veel minder opgeloste zuurstof aanwezig.



Vissen groeien veel sneller in warm water. Daarom kan je in de buurt van koelwaterlozingen veel vissen aantreffen. In strenge winters vriest het water er niet dicht. Op deze plaatsen vind je dan ook veel watervogels.

3 / Zelfreiniging van het water

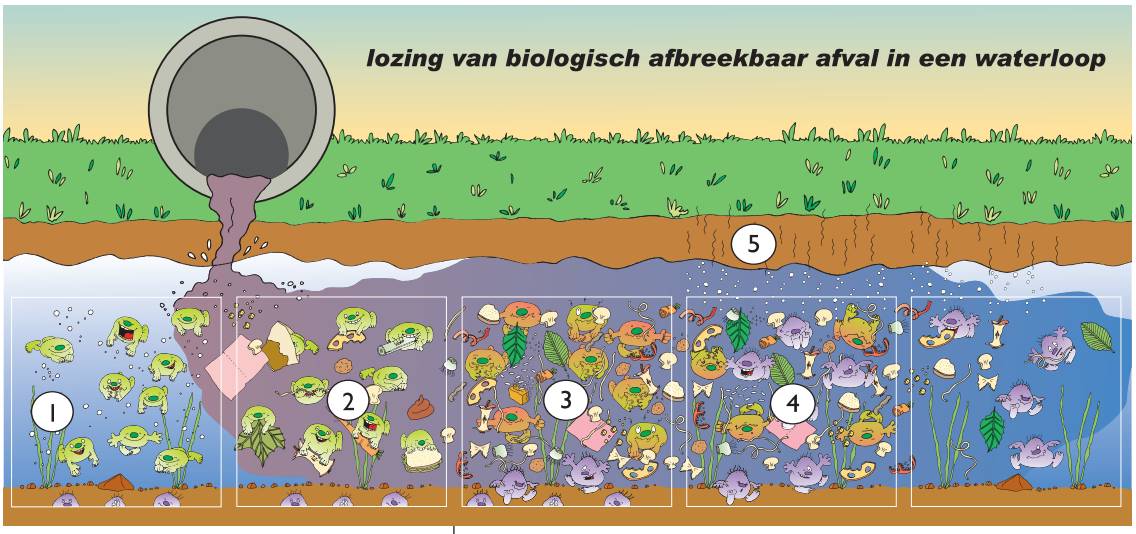
Een aantal natuurlijke fysische, chemische en biologische processen maken dat aquatische ecosystemen aangevoerde stoffen zelf kunnen verwerken. Afgevallen bladeren die in de waterloop terechtkomen, kadavers... worden van nature allemaal door deze processen afgebroken en 'gerecycleerd'. Ook een deel van de waterverontreiniging veroorzaakt door de mens, wordt via deze weg verwerkt.

- **Fysische en chemische zelfreinigingsproces**

Fysische en chemische processen kunnen het biologisch zelfreinigingsproces een handje toesteken. Zo kan bijvoorbeeld door snelstromend water vervuiling meer verspreid worden, waardoor de concentratie en de gevolgen voor de natuur minder groot zijn. De natuur kan op deze manier gemakkelijk de vervuiling afbreken.

- **Biologische zelfreinigingsproces**

Schaaldieren, wormen, insecten, insectenlarven, bacteriën, schimmels, ... een 'leger' van ongewervelden en micro-organismen vormen samen een 'ontbindingsketen' voor organisch afval.



(1) Er is voldoende zuurstof . Aerobe bacteriën zijn actief. Ze ruimen vrij snel organisch afval (2) op en produceren daarbij koolstof, nitraten en fosfaten. Deze stoffen worden op hun beurt opgenomen door de planten.

(3) Bij zware organische vervuiling, verbruiken de aerobe bacteriën alle zuurstof in het water. Er komt een nieuwe 'ruimingsdienst' in actie: anaerobe bacteriën (4) . Ze werken veel trager en breken organische stoffen onvolledig af. Uit hun afbraak ontstaat methaan, waterstofsulfide (ruikt naar rotte eieren) en ammoniak (giftig) (5). Deze stoffen maken de rivier onleefbaar en belemmeren het zelfreinigingsproces.

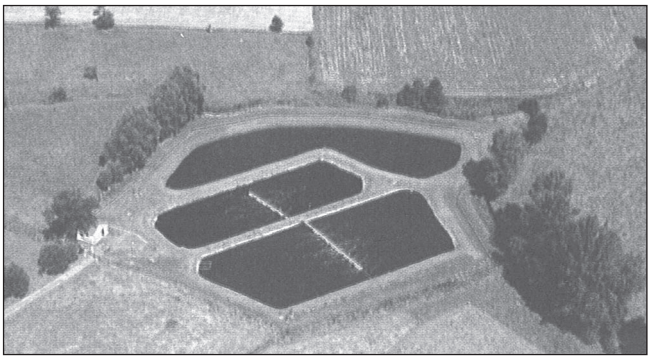
Deze schoonmaakploeg kan het water terug zuiveren! Maar ze eten niet alles op. En soms is er ook zoveel vuil dat ze het werk niet goed meer aankunnen. Aerobe micro-organismen leven in de zuurstofrijke zonen van een waterpartij. Ze hechten zich op planten en rotsen. Het zelfreinigend vermogen hangt grotendeels af van de aanwezigheid van substraten en planten in het water.

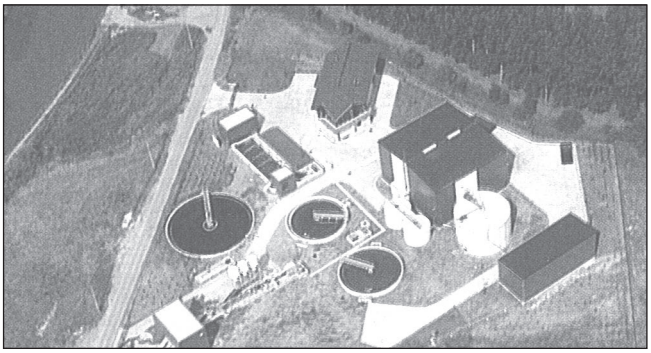
4 / Waterverontreinging tegengaan

- **Rivieren worden riolen**

In de middeleeuwen werd het afvalwater van de woningen en de industrie (slachterijen, brouwerijen, leerlooierijen, wasserijen …) rechtstreeks op straat of in de rivieren geloosd. Door de eeuwen heen nam de bevolking, de verstedelijking en de industrialisatie toe. Het afval werd steeds omvangrijker, er was een tekort aan hygiëne en er waren grote epidemies (bv. cholera). Rivieren werden open, stinkende riolen.
In de 17de en 18de eeuw werd geleidelijk een riolennet uitgebouwd, voornamelijk om de stank en de ziektes te bestrijden. Maar… deze riolen mondden rechtstreeks uit in rivieren, meren en de zee. Het probleem verplaatste zich. Midden 20ste eeuw was ons oppervlaktewater zo vervuild dat er imperatief iets aan moest gedaan worden. Geleidelijk startte de bouw van 'rioolwater-zuiveringsstations' die het rioolwater zuiveren vóór het in waterlopen wordt geloosd.

- **Gemeenschappelijke of autonome sanering?**





In dicht bevolkte woonzones wordt het afvalwater door de riolen naar een 'collector' samengebracht. Vandaar stroomt het afvalwater naar een zuiveringsinstallatie die meestal in een vallei gelegen is. Men spreekt hier van een collectieve of gemeenschappelijke zuivering. In rurale zones waar de bewoning meer verspreid is, zou het veel te duur zijn om kilometers riolering aan te leggen. Daarom worden deze mensen verplicht hun woning van een individuele zuiveringsinstallatie te voorzien. Er bestaan verschillende individuele zuiveringssystemen: met behulp van bacteriën (actief slib) of waterbekkens met planten (en bacteriën) die het water zuiveren. Al deze installaties kunnen ofwel per woning worden aangelegd ofwel voor een beperkte groep woningen of van een dorp. Bij dit laatste spreekt men van half-gemeenschappelijke zuivering.

IE = Inwoner-Equivalent... Wat is dit?

Het inwoner-equivalent komt overeen met de gemiddelde hoeveelheid vervuiling per inwoner. Deze eenheid laat toe om de capaciteit van rioolwaterzuiveringsinstallaties te schatten.

- **De waterwasmachine**

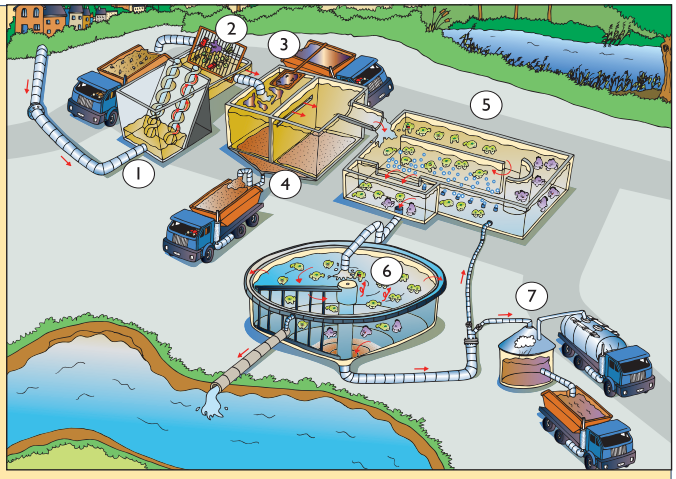
Op Europees niveau worden alle steden verplicht om over een waterzuiveringsinstallatie te beschikken. Maar in de praktijk zijn we daar nog niet aan toe. De individuele en collectieve zuiveringsinstallaties zijn beide gebaseerd op het principe van het zelfreinigend vermogen in de natuur dat men hier optimaal laat functioneren met snelwerkende aerobe bacteriën.

VOORWAS
Een pomp of een schroef van Archimedes brengt het afvalwater naar omhoog (1). Als eerste behandeling stroomt het water door roosters om het grootste afval tegen te houden (hout, plastiek, blikjes,…) (2).

Daarna gaat het naar een bad waar de bovenste laag, die vooral olie bevat, wordt afgeschuimd (3). Nadien gaat het water naar een decanteerbad (4), waar alle zwevende deeltjes, zand en gesedimenteerde deeltjes op de bodem zinken.

HOOFDWAS (5)
In het beluchtingsbekken gaan de bacteriën aan het werk. Zij verwerken alle organisch afval in het water.

EINDWAS (6)
De goed doorvoede bacteriën worden zwaarder en zinken op de bodem van bezinkingsbekkens. Hier vormen ze een laag biologisch slib. Het gereinigde water komt uit het bekken via een overloop in de rivier. Dit water is niet geschikt als drinkwater.



BIJKOMENDE BEHANDELINGEN (7)
Het bezonken - dode - slib krijgt nog verschillende behandelingen. Uit slibgisting wordt methaangas (biogas) gewonnen. Uiteindelijk wordt het naar een stortplaats gevoerd of gaat het naar een verbrandingsoven of wordt het gerecycleerd. Door infiltratie, chemische behandelingen, ... worden restanten zoals micro-organismen, stikstof, fosfor, die verantwoordelijk zijn voor de eutrofiëring van waterlopen, geëlimineerd.

De bacteriën in het beluchtingsbekken kunnen dus enkel organisch materiaal afbreken. Dan moeten we goed opletten met de producten die we door de gootsteen spoelen!

- **Beperkingen aan de waterzuivering**

De belangrijkste actoren in alle zuiveringsystemen zijn de micro-organismen. Maar aanvoer van toxische producten (ammoniak, bleekwater, petroleumderivaten) in het afvalwater kunnen fataal zijn voor deze organismen.

Een aantal punten moet in acht genomen worden:

- ☐ Verven, oliën, oplosmiddelen e.a. mogen niet in de gootsteen worden gegoten. Ze moeten selectief worden opgehaald en apart worden behandeld door speciaal daarvoor bestemde bedrijven.
- ☐ Op ieder gecommercialiseerd product is op het etiket aangeduid of het product giftig is, biologisch afbreekbaar, …
- ☐ Wees zuinig met water. De hoeveelheid water die onnodig wegstroomt, wordt onoverkomelijk vermengd met de massa afvalwater en raakt op deze manier mee vervuild door moeilijk te zuiveren stoffen.

Met de leerlingen... - Micro-organismen aan het werk

Neem 7bokalen en giet er ongeveer 250 ml water in. Breng vervolgens in iedere bokaal 1 van de ingrediënten uit de 1ste kolom van de tabel. Laat de bokaal open, in contact met de lucht, en observeer wat er gebeurt. Om te observeren kan je

- de kleur bekijken: water is kleurloos, plaats de bokaal voor een witte achtergrond
- de doorzichtigheid van het water: kan men door de bokaal zien
- het aspect van het water: zijn er zwevende deeltjes, in het water, op het water, is er schuimvorming,….
- het water ruiken: is er een lichte humusgeur of een scherpe rottingsgeur, een rioolgeur of een sterke geur van rottende eieren?

	na 1 uur	*na 2-3 dagen*	*na 2-3 weken*	*duid het zuiverings-principes aan (met de leraar)*
1. Een boomblad Een stukje brood	*het blad zinkt*		*langzame ontbinding; eerst het bladgroen en later de nerven; lichte humusgeur*	*ontbinding door de micro-organismen en aerobe bacteriën*
2. Een soeplepel aarde	*het drijft in het water; het water is troebel*	*nadien wordt het water helder als de aarde op de bodem zinkt; soms een lichte humusgeur (indien de aarde een beetje organisch materiaal bevat)*		*bezinking en decantatie*
3. Een soeplepel melk	*de melk verdunt, het water wordt witachtig en troebel*	*de kleur wordt grauw met kleine zwevende deeltjes; geur van verzuurde melk*	*de kleine deeltjes bezinken; het water wordt klaarder maar blijft bruinachtig; een rottingsgeur is waar te nemen*	*verdunning en ontbinding door de aerobe micro-organismen*
4. Een soeplepel olie	*water en olie mengen zich niet (oliedruppeltjes drijven op het water)*	*geleidelijk bezinkt de oppervlakteolie*	*geen duidelijke verandering maar indien men de beker beweegt ruikt men een rioolgeur (de laag olie belet de oxygenatie van het water); het wordt zeer langzaam afgebroken door de anaërobe bacteriën*	*bezinken van de oppervlaktevervuiling en zeer trage ontbinding door anaerobe micro-organismen*
5. Een plastieken stop	*de stop zinkt onmiddellijk*		*geen veranderingen, hetzij een lichte verkleuring van de stop*	*geen biologische ontbinding; extreem trage afbraak met de hulp van water en zonlicht*
6. Een nagel	*de nagel zinkt op de bodem*		*de nagel roest*	*geen biologische ontbinding; afbraak door oxidatie*
7. Een soeplepel melk (in gesloten bokaal)	*de melk verdunt; het water wordt witachtig en minder helder*	*de kleur wordt grauw met zwevende deeltjes; verrottingsgeur en nadien een rioolgeur*	*de deeltjes bezinken geleidelijk en het water wordt helder maar behoudt een bruine kleur; de rioolgeur blijft zeer sterk met een geur van rotte eieren*	*verdunning en ontbinding door de anaerobe micro-organismen*

Fiche 6 heeft tot doel dat de leerlingen de belangrijkste oorzaken van vervuiling van Belgische rivieren kunnen opnoemen, alsook de gevolgen voor mens en natuur kunnen verwoorden. Deze fiche behandelt de milieueffecten ten gevolge van huishoudelijke activiteiten, landbouwactiviteiten en industriële activiteiten. Proefondervindelijk ontdekken de leerlingen de rol van bacteriën in het zuiveringsproces. De leerlingen leren bewuster om te springen met water door hun eigen dagelijks watergebruik te inventariseren, te analyseren voor welke watervervuiling zij zelf verantwoordelijk zijn, de ernst van de vervuiling in te schatten (kunnen micro-organismen de vervuiling verwerken of niet) en tenslotte door maatregelen te zoeken en te formuleren.