

Environmental Organic Chemistry and Analysis

Fijn stof onder de loep: op zoek naar gezondheidsrelevante organische componenten

Omschrijving:

Uit een recent rapport van de VMM blijkt dat van de vijf gezonde levensmaanden die elke Vlaming inlevert door milieuverontreiniging 71% te wijten is aan de inademing van fijn stof. Ondanks de internationale bezorgdheid hieromtrent, is er nog maar beperkte kennis over de chemische samenstelling van deze fijne stofdeeltjes. Nochtans is deze informatie cruciaal om de milieu- en gezondheidsimpact van fijn stof beter te kunnen inschatten. Zo is gekend dat polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) gesorbeerd op fijn stof carcinogene effecten veroorzaken. Over de allicht nog meer toxische PAKs-afgeleiden zijn evenwel veel minder data beschikbaar. De doelstelling van deze scriptie bestaat erin om met behulp van geschikte monsternamen- en analysetechnieken (monstervoorbereiding, innovatieve massaspectrometrie, www.amberlab.ugent.be) en meetcampagnes meer inzichten te verwerven in het voorkomen, de bronnen, en de effecten van deze gezondheidsbelastende micropolluenten.

Promotor:

Prof. dr. ir. Kristof DEMEESTERE – Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Kristof Demeestere (kristof.demeestere@UGent.be, room B5.016)

Prof. dr. ir. Herman Van Langenhove (herman.vanlangenhove@UGent.be, room B5.003)

ir. Christophe Walgraeve (christophe.walgraeve@UGent.be, room B5.010)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Geneesmiddelen genezen ons milieu niet: studie naar het voorkomen en het gedrag van deze nieuwe polluenten in het aquatisch milieu

Omschrijving:

De consumptie van geneesmiddelen voor zowel humaan als veterinair gebruik is de laatste jaren wereldwijd sterk toegenomen. Naast de positieve effecten op de volksgezondheid, is er de voorbije jaren evenwel het bewustzijn ontstaan dat de verspreiding van farmaceutische stoffen (restanten en metabolieten) in het leefmilieu ernstige eco(toxico)logische effecten kan veroorzaken. Zo is er bijv. een toenemende bezorgdheid rond het ontstaan van bacteriële resistentie t.o.v. antibiotica. Om ons tegen dergelijke effecten te wapenen, is er grondige kennis nodig over het voorkomen van geneesmiddelen in het aquatisch milieu, de partitie en het gedrag van deze verbindingen, en de effecten ervan. Het doel van deze scriptie bestaat erin om via analytische en milieuchemische methode-ontwikkeling (labo-werk) en gerichte monitoring (veldwerk) de inzichten hierin te verbeteren.

Promotor:

Prof. dr. ir. Kristof DEMEESTERE – Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Kristof Demeestere (Kristof.Demeestere@UGent.be, room B5.016)
Prof. dr. ir. Herman Van Langenhove (Herman.VanLangenhove@UGent.be, room B5.003)
Taal: NL
Confidentieel: neen
Relevant voor de opleidingen:
Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Hoe erg is het gesteld met onze luchtkwaliteit?

Omschrijving:

De kwaliteit van onze omgevingslucht is een milieuthema dat maatschappelijk en beleidsmatig prioriteit geniet (zie bijv. http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm). Vluchtige organische stoffen (VOS) vormen hierbij een belangrijke groep van pollutanten omwille van hun effecten op zowel mondiale (bijv. broeikaseffect, verdunning van de stratosferische ozonlaag) als regionale/lokale (bijv. troposferische ozonvorming, geurhinder) milieuproblemen én op de volksgezondheid. Bovendien is er de laatste jaren ook toenemende bezorgdheid omtrent de aanwezigheid van VOS in binnenluchtomgevingen. Vaak worden hieromtrent uitspraken gedaan in algemene slogans, maar een meer wetenschappelijk onderbouwde aanpak is nodig om onze luchtkwaliteit in kaart te brengen. Deze scriptie beoogt om via methode-ontwikkeling (labo-werk) en monitoring (veldwerk) meer inzicht te verwerven in het voorkomen en het gedrag van VOS in verschillende indoor/outdoor omgevingen.

Promotor:

Prof. dr. ir. Kristof DEMEESTERE – Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Kristof Demeestere (Kristof.Demeestere@UGent.be, room B5.016)
Prof. dr. ir. Herman Van Langenhove (Herman.VanLangenhove@UGent.be, room B5.003)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Emission of biogenic volatile organic compounds from forests

Omschrijving:

The emissions of biogenic volatile organic compounds (BVOCs) by terrestrial vegetation are of considerable importance in air quality and climate issues. On a global scale BVOC emission greatly exceeds the emission of VOC from anthropogenic sources. The main emitted biogenic species are isoprene and monoterpenes, which account almost half of the BVOC emissions worldwide. They are recognized as a potential source of aerosols and important ozon precursors. The goal of the project is the detailed analysis of the emission of BVOCs occurring from several tree species which are widespread in Europe and particularly in Flanders. For identification and quantification of emitted compounds, solid adsorbent sampling followed by thermodesorption onto a gas chromatography with mass spectrometry (GC-MS) will be employed.

Promotor:

Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE - Prof. dr. ir. Jo Dewulf

Contactpersoon:

Msc. Olga Pokorska (olga.pokorska@ugent.be, room:B5.010)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Het meten van emissies en binnenklimaatmetingen in traditionele en emissiearme varkensstallen

Omschrijving:

De kwaliteit van het binnenklimaat alsook de luchtmissies worden gemeten bij verschillende types emissiearme en traditionele mestvarkensstallen. Hiervoor werd er een geïntegreerde en geautomatiseerde meettechniek uitgewerkt welke in staat is om op continue basis schadelijke gassen (NH₃, H₂S, N₂O en CO₂) en fijn stof (PM₁₀, PM_{2.5} en PM₁) te meten. Elk van de bedrijven wordt gedurende drie periodes in één cyclus (met dezelfde dieren) gevolgd. Tijdens deze metingen worden omgevingsvariabelen zoals temperatuur, relatieve vochtigheid en achtergrondconcentratie geregistreerd teneinde met de complete dataset een multivariabele data-analyse uit te voeren. Aldus kunnen de interacties en achterliggende verbanden tussen de verschillende pollutanten bestudeerd worden. Deze metingen gebeuren in kader van het ILVO project gefinancierd door het IWT: "Karakteriseren en evalueren van de fijn stof problematiek in de Vlaamse varkenshouderij met betrekking tot arbeidsveiligheid, diergezondheid en algemene milieuhygiëne."

Promotor:

Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Herman Van Langenhove (herman.vanlangenhove@ugent.be, room:B5.003)

ir. Nele Van Ransbeeck (ILVO)(nele.vanransbeeck@ilvo.vlaanderen.be)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Landbouwkunde, Milieutechnologie

SIFT MS een nieuwe tool voor monitoring van vluchtige organische componenten (VOC)

Omschrijving:

Vluchtige organische verbindingen zijn op vele domeinen belangrijk. Het zijn precursoren van troposferische ozonvorming; het zijn aromacomponenten; ze worden gevormd bij bederfprocessen; ze spelen een rol bij signaaloverdracht in ecosystemen (plant-host interacties)... Gevoelig, efficiënt en snel VOC kunnen meten is dan ook een uitdaging. Zeer recent is er een nieuw type massa spectrometer ontwikkeld die toelaat om VOC bij lage concentraties in real time te monitoren, de SIFT MS. SIFT staat voor "selected ion flow tube". In de SIFT MS worden water, stikstofoxide en zuurstof gebruikt als reagentia voor de chemische ionisatie van targetmoleculen (VOC). Tracer-ionen worden dan gemeten. Doelstelling van de

scriptie is mee te werken aan het opbouwen van fundamentele kennis over de werking van de SIFT en het exploreren van toepassingen in de domeinen van milieuonderzoek en “plant-host interacties”.

Promotor:

Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Herman Van Langenhove (herman.vanlangenhove@ugent.be, room:B5.003)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Geuranalyse: het verband tussen VOC-metingen en menselijke perceptie

Omschrijving:

In het dichtbevolkte Vlaanderen, waar woonzones vaak in de nabijheid van industrie- en landbouwgebied gelegen zijn, is geurhinder één van de voornaamste klachten van mensen over hun woonomgeving. Voor de inschatting van geurhinder en de selectie van technieken voor geurreductie is kennis nodig over de aard van de geuremissie. De intensiteit en het karakter van geurstalen worden traditioneel bepaald via olfactometrie, waarbij de menselijke neus het vrij subjectieve en omslachtige analyse-instrument is. Moderne chemische analysetechnieken kunnen daarentegen een snelle en accurate identificatie van geurmengsels verwezenlijken. De uitdaging bestaat dan uit het zoeken van relaties tussen de resultaten van chemische analyse en de geur zoals hij door mensen waargenomen wordt.

Promotor:

Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

Herman.VanLangenhove@UGent.be, room:B5.003

Katrijn.VanHuffel@UGent.be, room:B5.010

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Environmental Technology

Geavanceerde oxidatietechnologie voor de verwijdering van farmaceutische componenten uit oppervlaktewater

Omschrijving:

Tal van farmaceutische componenten worden niet of moeilijk afgebroken in waterzuiveringsinstallaties. Dit leidt tot contaminatie van oppervlaktewateren met resistentieveroorzakende antibiotica. Recent wordt dan ook intensief onderzoek verricht naar de verwijdering van deze farmaceutische stoffen. Het gebruik van geavanceerde oxidatietechnologieën (advanced oxidation processes of AOP's) blijkt hiervoor veelbelovend. De doelstelling van deze scriptie is om persistente farmaceutische stoffen te verwijderen met AOP's. Hierbij zal extra aandacht besteed worden aan de vorming van afbraakproducten.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF – Prof. dr. ir. Kristof DEMEESTERE – Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

ir. Xander Van Doorslaer (Xander.VanDoorslaer@UGent.be, room B5.010)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Biofiltratie van vluchtige organische componenten

Omschrijving:

VOC's (Vluchtige Organische Componenten) zijn stoffen die in zeer lage concentraties aanwezig zijn in de lucht, maar die op langere termijn schadelijk kunnen zijn voor de menselijke gezondheid en die ook bijdragen tot de vorming van smog en de verzuring van de lucht. Vandaar is het dan ook belangrijk om deze VOC's voldoende uit de lucht te kunnen verwijderen.

Via dit onderzoek willen we nagaan indien er efficiënt gebruik kan worden gemaakt van een biofilter voor het verwijderen van enkele typische VOC's zoals n-hexaan, ethylbenzeen en butadieen en indien de verschillende molecuultypes (alkaanverbinding, aromatische verbinding en alkeenverbinding) een significante invloed hebben op de eliminatiecapaciteit van het systeem. Dit zal worden bekeken onder variërende condities (T, inlet flow, inlet concentration, configuratie van de biofilter...) om zo de limieten van het systeem te leren kennen en de biofilter zo optimaal mogelijk te kunnen benutten.

Promotor:

Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

Ing. Diëgo Volckaert (diego.volckaert@ugent.be, room:B5.010)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Treatment of VOC emissions of industrial interest by using membrane bioreactors

Omschrijving:

The volatile organic compounds (VOCs) are one of the main air pollutants from industrial sources. Due to the stringent emission limit values established in the VOC Solvents Emissions Directive for the industrial activities, abatement technologies are required. Biological gas treatment techniques (biofilters, biotrickling filters and bioscrubbers) have been studied and used as alternatives for the traditional physical-chemical techniques for the control of biodegradable volatile organic compounds (VOCs), being classified as Best Available Technologies for the abatement of low VOC concentration waste gas streams in the chemical sector by the European IPPC Bureau. However, studies and field application of these systems have been limited to inlet VOC loading rates of less than 50 g.m⁻³h⁻¹. Moreover, these techniques show major challenges, especially for poorly biodegradable compounds. The membrane bioreactor (MBR) has the potential to combine both the efficiency of traditional abatement techniques and the cleanliness and low cost of biological techniques. The goal of the project is to study the feasibility of using a membrane bioreactor for the removal of air emissions contaminated with VOCs of industrial interest related to activities such as printing, surface cleaning and plastic, textile, fabric, film and paper coating.

Promotor:

Prof. dr. ir. Herman VAN LANGENHOVE

Contactpersoon:

dr. ir. Javier Álvarez Hornos (franciscojavier.alvarezhornos@ugent.be, room:B5.017)

Taal: ENG

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Clean Technology

Environmental sustainability analysis of Pangasius production in the Mekong Delta

Omschrijving:

Half of all fish for human consumption is produced in aquaculture, and this percentage is expected to grow in the future. It is seen as the sustainable alternative for regular fishing, and thus the solution for species extinction. However, it is not clear what the long term environmental impact of aquaculture is. Several negative impacts are known: high density farming results in lots of waste water, wild fish caught to feed farmed fish, free space needed, etc. With its fast growth in mind, it is a conditio sine qua non for the development of this industry that the related flows are mapped, that the environmental effects are assessed and that opportunities for improvement, such as the use of side streams, are sought. A case study on a 100 ton fish/year Pangasius culture in the Mekong delta (Vietnam) will be conducted in this Master thesis.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

ir. Thomas Schaubroeck (thomas.schaubroeck@ugent.be, room:B0.007)

Taal: UK

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Landbouwkunde, Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie, Levensmiddelenwetenschappen en voeding

Environmental sustainability assessment of advanced materials applications (in samenwerking met Umicore)

Omschrijving:

Due to their unique characteristics non-ferrous metals, like cobalt, play an important role in advanced materials applications. They can be found in the battery of mobile phones or in the electronic circuits of computers. In this field of advanced materials the Flemish company UMICORE is a world player. With an increasing number of people on the planet striving for a higher welfare, the finiteness of metal resources has become more prominent, and with it the concern for a sustainable metal use. Next to the use of metal resources, the use of other resources and emissions along the life cycle are relevant to assess environmental sustainability. The thesis, conducted in cooperation with UMICORE, will deal with these matters to promote the sustainability of non-ferrous metals used in advanced materials applications.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

M.Sc. Pilar Swart(Pilar.Swart@UGent.be, room:B0.007)

Taal: UK

Confidentieel: ja

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Duurzaamheidsanalyse van houtoogst- en verwerkingsindustrie

Omschrijving:

Een belangrijke rol van het boscysteem is het leveren van hout aan onze samenleving. Om houtoogst en -verwerking echter op een duurzame manier te laten plaatsvinden, is het vooraleerst nodig dat we de impact van deze activiteiten op het milieu kwantificeren. We vragen ons met andere woorden af hoeveel en welke grondstoffen er onttrokken worden van en emissies er uitgestoten worden naar het milieu door deze industrie? Wat is bijvoorbeeld de hoeveelheid fossiele brandstof nodig om 1 hectare bos te vellen en te verwerken? Wat is de ecologische meest verantwoorde manier om hout te oogsten? Om deze vragen te beantwoorden zal in deze thesis een case-studie uitgevoerd worden van de houtoogst en -verwerkingsindustrie in de lage Kempen.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. DEWULF Jo (Jo.Dewulf@UGent.be, room:B5.015)

Prof. dr. ir. Kris Verheyen (kris.verheyen@ugent.be, room:B5.015/Gontrode)

Prof. Dr. ir. Joris Van Acker (Joris.VanAcker@UGent.be

ir. Thomas Schaubroeck (thomas.schaubroeck@ugent.be, room:B0.007)

Taal: NL

Confidentieel: neen

Relevant voor de opleidingen:

Land- en Waterbeheer, Bos- en Natuurbeheer, Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie, Landbouw

Het kwantificeren van de efficiëntie en de duurzaamheid van processen in het chemisch bedrijf Taminco

Omschrijving:

In de chemische industrie zijn vaak verschillende productieroutes mogelijk om tot eenzelfde stof te komen. De routes verschillen niet enkel op vlak van de chemische reacties maar ook op vlak van de benodigde scheidingstechnieken. Het doel is om op basis van procesanalyse de milieuconsequenties van gangbare en nieuwe technieken te objectiveren en verder te komen tot voorstellen van duurzaamheidsindicatoren voor proceskeuzes. Heel specifiek gaat het in dit onderwerp i.s.m. het Gentse (fijn)chemiebedrijf Taminco.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. DEWULF Jo (Jo.Dewulf@UGent.be, room:B5.015)

dr. ir. Van der Vorst Geert (Geert.VanderVorst@UGent.be, room B5.017)

Taal: NL

Confidentieel: ja

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Pharmaceutica: een cradle to cradle analyse

Omschrijving:

Pharmaceutica hebben een vrij complex levenstraject. Het hart van een pharmaceuticum is de actieve substantie die eerst aangemaakt wordt in vrij complexe syntheroutes. Eenmaal die substantie is aangemaakt start een tweede fase: hoe wordt die geïntegreerd in een vorm die aangeleverd wordt aan een patiënt: een pil, een doseerpompsysteem, een slow-release systeem? Na deze aanmaak volgt een derde levensfase: opname in de patiënt en doeltreffendheid. Tenslotte is er de post-applicatiefase: wat gebeurt er met de rest in de verpakking? Wat gebeurt er met het pharmaceuticum die geëxcreteerd wordt en in het oppervlaktewater komt? Deze vragen resulteren in een cradle to cradle analyse om een duurzaamheidsprofiel van een pharmaceuticum te ontwikkelen. Samen met Janssen Pharmaceutica wordt een dergelijke analyse als thesisresultaat beoogd.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Jo Dewulf (Jo.Dewulf@UGent.be, room: B5.015)

dr. ir. Van der Vorst Geert (Geert.VanderVorst@UGent.be, room B5.017)

Taal: NL

Confidentieel: ja

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

Het kwantificeren van de efficiëntie en de duurzaamheid van gangbare en alternatieve processen in de chemische industrie

Omschrijving:

In de chemische industrie zijn vaak verschillende productieroutes mogelijk om tot eenzelfde stof te komen. De routes verschillen niet enkel op vlak van de chemische reacties maar ook op vlak van de benodigde scheidingstechnieken. Het doel is om op basis van procesanalyse de milieuconsequenties van gangbare en nieuwe technieken te objectiveren. Verschillende thesisonderwerpen met telkens andere industriële partners worden aangeboden: Janssen Pharmaceutica, Taminco, Solvay, Tessenderlo Chemie, Jacobs engineering... (meerdere studenten mogelijk)

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Jo Dewulf(jo.dewulf@UGent.be, room:B5.015)

Taal: NL

Confidentieel: ja

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

De duurzaamheid van algen als grondstof in de bioraffinaderij**Omschrijving:**

In de zoektocht naar hernieuwbare grondstoffen zal biomassa een belangrijke rol spelen. Dit resulteert echter in een verhoogde vraag naar landbouwproducten, met als gevolg dat extra land ontgonnen zal worden en dat er concurrentie optreedt met de voedselketen. Algen zouden hier een oplossing kunnen bieden doordat zij efficiënt aan fotosynthese doen met CO₂ als grondstof, doordat ze geen vruchtbare landbouwgrond vereisen en doordat ze het hele jaar door geoogst kunnen worden. De grootschalige kweek van algen is echter niet gratis. De bassins moeten gecontroleerd worden, bvb door circulatie van het water, de oogst is niet eenvoudig, de nodige lichtintensiteit en CO₂-concentratie moet verkregen worden, etc.

De doelstelling van deze thesis is om, in samenwerking met het bedrijfsleven, de duurzaamheid van algen als biogrondstof na te gaan. Dit wil zeggen dat de voor en nadelen zullen afgewogen worden, dat zal geprobeerd worden om een optimale configuratie te zoeken voor een duurzame algenkweek, en dat de productiemogelijkheden van deze grondstof in de bioraffinaderij, bvb het verwerken tot biodiesel, onderzocht zullen worden.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Jo Dewulf(jo.dewulf@UGent.be, room:B5.015)

ir. Steven Demeestere(Steven.DeMeester@UGent.be, room:B0.007)

Taal: NL

Confidentieel: ja

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie

De duurzaamheid van de toekomstige bioraffinaderij**Omschrijving:**

Door de uitputting van fossiele grondstoffen is de mens genoodzaakt op zoek te gaan naar hernieuwbare alternatieven. Waar zonnepanelen en windmolens enkel elektriciteit en warmte kunnen leveren, is biomassa het enige alternatief voor materialen en vloeibare brandstoffen, terwijl het ook moet dienen in de voedingsindustrie. De aanlevering van biomassa is echter niet oneindig door een gebrek aan vruchtbare grond. Hierdoor moet gezocht worden naar het meest efficiënte en duurzame gebruik van de basisgrondstof om te voldoen aan de vraag in de verschillende sectoren. Dit zal een aanpassing vereisen van de industrie om een waaier aan (bio)producten aan te bieden in een zogenaamde 'geïntegreerde bioraffinaderij'. Het is echter essentieel dat op voorhand wordt nagegaan of omschakelingen in productie effectief bijdragen aan de algemene duurzaamheid.

De doelstelling van deze thesis is om in samenwerking met het bedrijfsleven een module op te bouwen die de mogelijkheid biedt een bioraffinaderij samen te 'puzzelen', waardoor kan voorspeld worden welke product mix op welke manier moet geproduceerd worden van een bepaalde basisgrondstof om optimaal te kunnen bijdragen aan de duurzaamheid in de biosector.

Promotor:

Prof. dr. ir. Jo DEWULF

Contactpersoon:

Prof. dr. ir. Jo Dewulf (jo.dewulf@UGent.be, room:B5.015)

ir. Steven Demeestere (Steven.DeMeester@UGent.be, room:B0.007)

Taal: NL

Confidentieel: ja

Relevant voor de opleidingen:

Milieutechnologie, Chemie en bioprocestechnologie