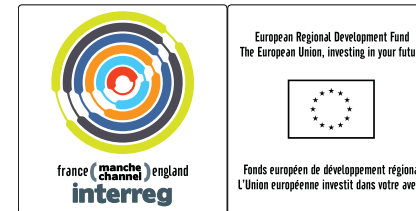




# Compendium of Tools





European Regional Development Fund

European Union. Investing in your future.

3C has been selected under the European Cross-border Cooperation Programme INTERREG IV A  
France (Channel) – England, co-funded by the ERDF

---

Although the narrow stretch of water that separates England from France has seen both welcome (and occasionally less welcome) exchanges during the past thousand years, this physical challenge to the movement of people has certainly served to obstruct collaborative efforts that might establish a more sustainable economy in our part of Europe.

Since 2009, the European Regional Development Fund (ERDF)-supported Interreg Programme France (Channel) England Region has actively supported efforts by organisations in France and England to work ever more closely together, to share good practice and to devise new ways to support sustainable development in the Region. The initiatives are certainly rooted in excellent research, but they have also been driven by the real needs of the Region and in all cases partners have worked to develop practical tools that can be readily applied in both France and England.








The Channel Catchment Cluster (3C) builds on this growing tradition of cross-border cooperation to bring together the very best new knowledge from recent Anglo-French teamwork. The contents of this Compendium are the result of a wide variety of grass-roots initiatives that have benefitted enormously from a cross-border meeting of minds. The Cluster has brought together several of these cross-border teams to discuss their work and to share good practice in the dissemination and application of novel tools for environmental protection. This Compendium therefore not only presents a 'snapshot' of the wide variety of environmental protection and management tools that have emerged from the France (Channel) England Region, it also summarises where they stand on their 'pathway to impact'. There is clearly much more that can be achieved by future cross-border efforts in our Region, but I believe that this Compendium provides an excellent basis for future action.

**Professor Huw Taylor**










*University of Brighton*










UK

# Key to icons

Icon	
Characteristics of the tool	 The tool requires a computer, e.g., specialist software
	 The tool could be referred to as 'rapid', e.g., it provides results in 'real-time', or near 'real-time'
	 Monitoring and Surveillance tool
Application	 The tool is laboratory-based
	 The tool is field-based
	 The tool is currently academia-based
	 The tool is office-based

# Key to icons

Icon		
Environmental matrices		The tool can be used with drinking waters
		The tool can be used with recreational waters
		Maritime activities
		The tool can be used with shellfish matrices
		The tool can be used with groundwaters
Global application		The tool has been successfully applied in other parts of the EU
		The tool has not yet been successfully applied in other parts of the EU
		The tool has been successfully applied beyond the EU
		The tool has not yet been successfully applied beyond the EU

Icon		
Pollution sources		The tool can help determine human impacts, e.g., municipal wastewater
		The tool can help determine agricultural impacts, e.g., run-off
		The tool can help determine wild impacts, e.g., deer
Nature of impact		Human health impact
		Biodiversity impact
		Economic impact
Financial considerations		Compared with related approaches, the tool might be described as 'high-cost'
		Compared with related approaches, the tool might be described as 'mid-cost'
		Compared with related approaches, the tool might be described as 'low cost'



# River catchment hazard mapping (RCHM)

---

### The context

Human excreta-related infection occurs when a susceptible individual ingests an infective dose of a particular disease-causing organism (pathogen), and diseases may potentially be transmitted by consumption of drinking water, recreational waters or shellfish. It is clearly better to prevent this event from occurring than to deal with the personal and economic consequences of human infection. Although we benefit from well-developed drinking water and wastewater treatment technologies in the France (Channel) – England Region, changing weather patterns and uses of land, growing demand for water, and population movement all demand that we develop better ways to manage the hazards to human health associated with our river catchments and coastlines.

The Interreg-supported cross-border projects AquaManche and RiskManche have fostered creative working relationship between scientists and social scientists in England and France that has led to imaginative new ways to tackle this issue.

### Outline of the tool

This novel toolbox approach to managing the water environment has been developed to minimise the health risks associated with drinking water abstraction, recreational water use and shellfish consumption. It is highly inter-disciplinary in its design and application, and brings together aspects of hydrological modelling (using the ArcSWAT platform), new knowledge and understanding of microbial ecology (through the application of Quantitative Microbial Source Tracking - QMST) and extensive public consultation exercises. These activities are providing new ways to monitor, model, and eventually to predict the impact of human and animal wastes on rivers and coastlines, under a variety of climatic conditions. The pilot study has involved extensive monitoring (over several years) of river water quality in the Sussex Ouse in southern England. The resulting dataset is being combined with additional information that describes important environmental factors, such as land use and changing weather conditions in order to develop the initial river catchment hazard maps.

## River catchment hazard mapping (RCHM)

### Summary of procedures

It is envisaged that the river catchment hazard mapping expertise emerging from the projects AquaManche and RiskManche will facilitate two practical forms of application:

1. Lessons learnt about the temporal and spatial water dynamics of microbial water quality from the Sussex Ouse pilot study may be used to inform future research and decision making in other river catchments in the cross-border region
2. Production of new river catchment hazard mapping tools for specific river catchments in the cross-border region using protocols to be presented from the RiskManche project (in development for publication in 2015).

### How might the tool be used?

- Production of River Basin Management Plans in accordance with the EU Water Framework Directive
- Preparation of Bathing Water Profiles in accordance with the EU Bathing Waters Directive
- Production of Drinking Water safety Plans
- Investigation of river and coastal pollution incidents
- Forecasting the water quality impact of rural and urban development plans
- Who might benefit from the tool?
- Environmental protection agencies
- Local government
- Local conservation societies
- Water and sewerage operators

### Who might benefit from the tool?

- Environmental protection agencies
- Local government
- Local conservation societies
- Water and sewerage operators

### State of development

Pilot river catchment hazard maps are currently being challenged through the work of interactive focus groups of local stakeholders so that essential local knowledge can inform the final versions. Detailed protocols will be published in 2015 but it is hoped that the approach will be further developed and applied in future cross-border collaborations.

### Future research needs

- Production of die-off coefficients for a range of waterborne pathogens
- Standardisation of extraction and concentration methods for the water microbiology component of the tool
- Development of hydrological catchment modelling software more appropriate to European climates
- Integration of river catchment hazard mapping with the process of Quantitative Microbial Risk Assessment procedures to produce practical risk management tools












### For further information on this tool contact

**Professor Huw Taylor**  
University of Brighton  
[h.d.taylor@brighton.ac.uk](mailto:h.d.taylor@brighton.ac.uk)



# River catchment hazard mapping (RCHM)

## Summary matrix

Characteristics of the tool		Global application	
			
Application			
			
Environmental matrices			
			
Pollution sources		Financial considerations	
			

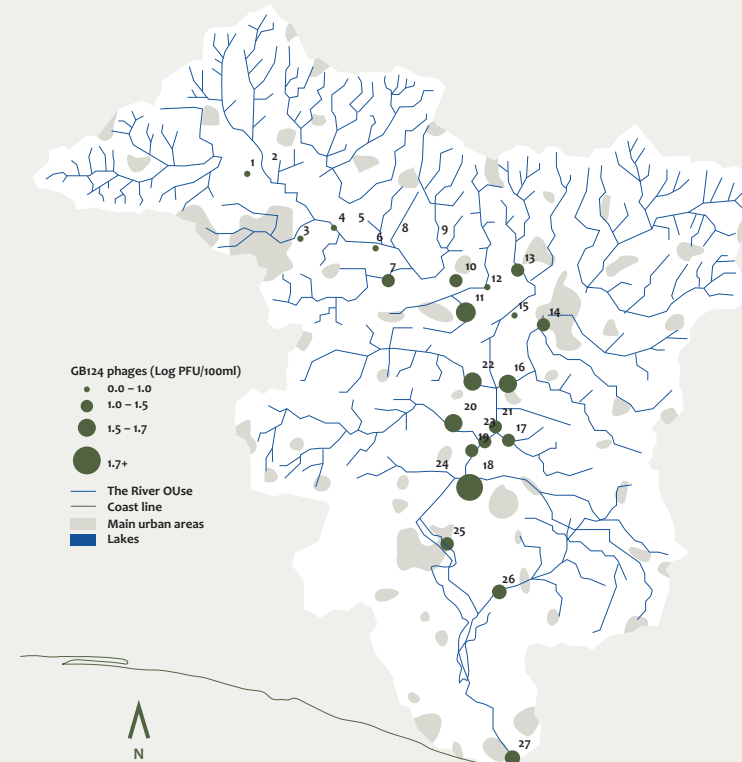


Figure 1: Draft maps, such as this one showing human faecal inputs to the Sussex Ouse, are being modified and improved following knowledge exchange workshops with water cycle stakeholders in the region



Figure 2. The RiskManche team is supporting efforts to develop a risk-based approach to reducing incidents of water- and shellfish-related illness in the France (Channel) England region



## Participatory Ecosystem Services Visualisation (PESV)

---

## The context

Our land plays a vital role in capturing, transporting and purifying water. The way the rain interacts with soil is impacted directly by the way we manage this interface. If we compact the land we decrease infiltration into the ground water, increase overland flow and thereby increase the transport of any pollutants. In summary the way we manage our land changes the quality and quantity of water reaching our rivers and seas. Organisations often have disjointed environmental plans and operational areas that are not consistent with river catchment boundaries. This means that the flow of natural resource through a catchment is often compartmentalised sectorally, spatially or temporally and therefore often falls between planning structures. To breakdown these barriers we need a better way of engaging with the groups and organisations that work across a catchment and interpreting what they want in a manner that communicates their needs to other complementary or conflicting needs.

## Outline of the tool

The Participatory Ecosystem Services Visualisation (PESV) tool, was developed for the Tamar Catchment Based Approach pilot in Southwest England, and was built on the previous work on the upper Tamar documented by Smith et al. (2011) and was funded by the WATER project, selected by the INTERREG IVA England (Channel) France programme. The PESV enables a stakeholder-led visualisation of ecosystems services provisioning areas across the catchment landscape. Once the evidence has been evaluated, the partnership then works to develop a series of conceptual models or 'rules', which can be used to define areas of the catchment most likely to play a critical role in the provision of the different ecosystem services singly or in combination. These priority areas are locations where a programme of measures may realize the greatest enhancement in the provision of multiple ecosystem services. Fundamentally, this approach is a data visualisation and evidence exploration process.

## Participatory Ecosystem Services Visualisation (PESV)

### Summary of procedures

Ecosystem services maps are built upon a full audit of the environmental data and evidence available for the catchment, but they also give a clear indication of what interventions are already being delivered in the catchment, how they are funded and where there may be deficiencies in this provision that is compromising the enhancement of ecosystem service provision. By showing which areas of the catchment may be important for the provision of ecosystem services, the individual ecosystem service maps and the combined map of multifunctional areas can then be used to facilitate the targeting, planning and delivery of catchment management interventions in the most integrated, balanced and cost-effective manner.

### How might the tool be used?

- Engage previously disenfranchised stakeholders through active catchment planning
- Supporting local stakeholders to articulate what they get from their catchment.
- Allow communication to providers within a catchment what actions they need to deliver
- Identify funding priorities and allow integration of resources
- Facilitate regional and national consistency in approach to a largely bottom up movement

### Who might benefit from the tool?

- Local river catchment partnerships including water companies, environmental NGO's, farmers and landowners, public bodies
- National governmental groups interested in a consistent approach whilst still facilitating a bottom up approach to catchment management
- Academics interested in decentralised governance of shared resources

### State of development

Due to the Catchment Based Approach this tool is now fully developed and has been written into a comprehensive manual as well as being trialled successfully across several UK catchments. There is scope for running the tool across other EU countries as well as catchment partnerships across the globe to improve upon its development and further simplification.

### Future research needs

Whilst this tool was a product of the WATER project and its development has involved several European partners it has not been fully trialled in Countries other than the UK and to a limited degree in France. Research is needed to show the applicability across other countries and cultures

### For further information on this tool contact














#### Dr Laurence Couldrick

Development and Policy Director  
Westcountry Rivers Trust

[Laurence@wrt.org.uk](mailto:Laurence@wrt.org.uk)

+44 (0) 1579 372140

Summary matrix

Characteristics of the tool			
			
Application	Global application		
			
Environmental matrices			
			
Pollution sources			Financial considerations
			

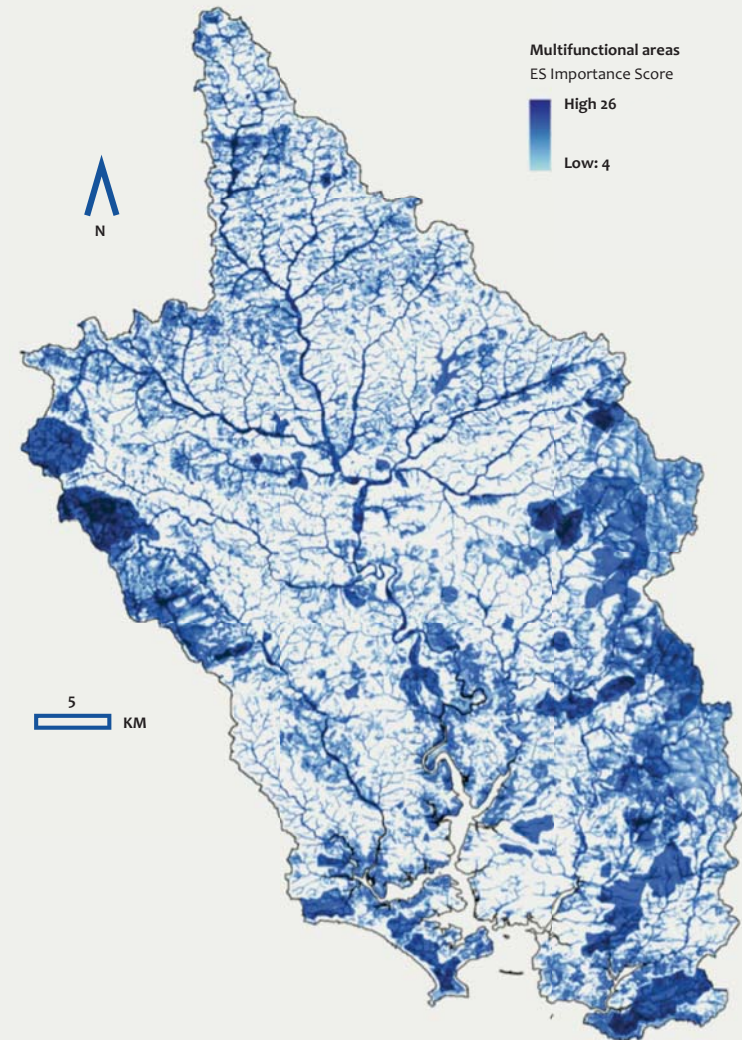


Image 1 – Multifunctional areas that deliver multiple ecosystem services across the river Tamar allowing stakeholders to understand where there may be complementary or conflicting interests.



**Evaluation of  
endocrine disruption  
in freshwater  
environment**

---

### The context

Many artificial or natural chemicals present in the environment are capable of disrupting the endocrine system of exposed organisms by interfering with their normal endocrine function. These endocrine disruptors are drained in river catchments and alterations of the reproductive system have been reported in many species of freshwater fish all over the world. The impacts often observed are important and include abnormal hormone levels, immune resistance capacity decreased, reduced reproductive success, altered neuroendocrine function, the appearance of oocytes in the testes of male fish and abnormal testicular and ovarian growth.

One of the actions in the framework of the Interreg DIESE program was to better understand and assess the impact of endocrine disruptors in aquatic environments in the cross-Channel region.

### Outline of the tool

The tool box used during the DIESE program includes various methodologies combining molecular, biochemical and histological approaches. Most of them have been tested in the framework of environmental studies for many years and sampling procedures, technical protocols and data analyzes are perfectly codified. Furthermore, new methodological approaches were also explored during the DIESE program to better understand the actions and effects of endocrine disruptors.

## Evaluation of endocrine disruption in freshwater environment

### Summary of procedures

It is envisaged that the expertise developed in relation to the impact of endocrine disruptors by the partners of the Interreg program DIESE can allow to a spatio-temporal monitoring of freshwater quality and so help decision makers in the management process.

### How might the tool be used?

- Assessment and monitoring within the European water Framework Directive;
- Investigations on the quality of aquatic environment;
- Investigations into pollution incidents.

### Who might benefit from the tool?

- Environmental agencies;
- Operators involved in monitoring water quality;
- Forums and local policymakers;
- Local nature conservation agencies;
- Those involved in aquaculture and fisheries.

### State of development

Most methodologies (histology, biochemistry, molecular biology) used in this toolbox have been successfully applied for many years in fish. A research effort was initiated in other bio indicator species in freshwater environments. The mechanisms of action of endocrine disruptors on other processes rather than just reproduction must be explored in order to better take into account the impact of these compounds on the freshwater fauna.

### Future research needs

- Better understanding of certain molecular and psychopathological processes related to endocrine disruption;
- Better understanding of the effects of endocrine disruptors on development and immunity in fish;
- Development methodologies in species from lower trophogenic levels such as molluscs and crustaceans;
- Methods allowing optimization (decrease) of samplings of bio indicator species in the environment;
- Integration into a performing geographic information system. The expertise gained in this area by other Cluster 3C partners could prove invaluable.

### For further information on this tool contact

#### Professors Jean-Michel Danger

University of Le Havre  
[dangerj@univ-lehavre.fr](mailto:dangerj@univ-lehavre.fr)












#### Christophe Minier

ONEMA  
[minier@onema.fr](mailto:minier@onema.fr)



# Evaluation of endocrine disruption in freshwater environment

## Summary matrix

Characteristics of the tool		Global application	
			
Application			
			
Environmental matrices	Pollution sources	Financial considerations	
			

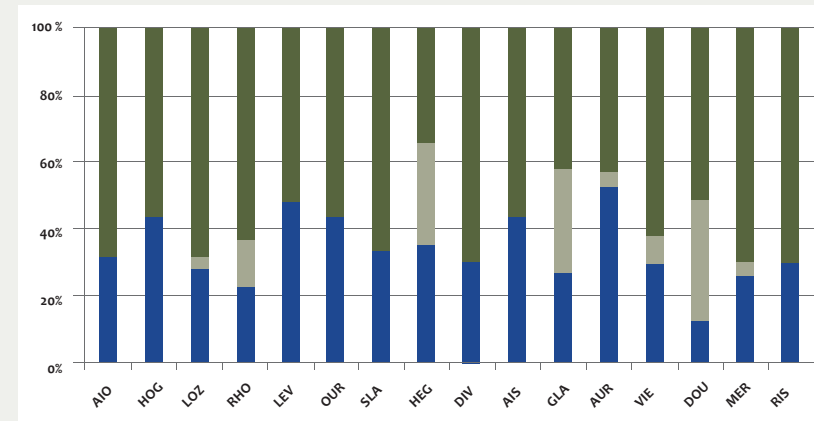


Figure 1: relative proportion of sexes identified (males in blue and females in cyan), with intersexed fish (in grey), in the samples of various streams.

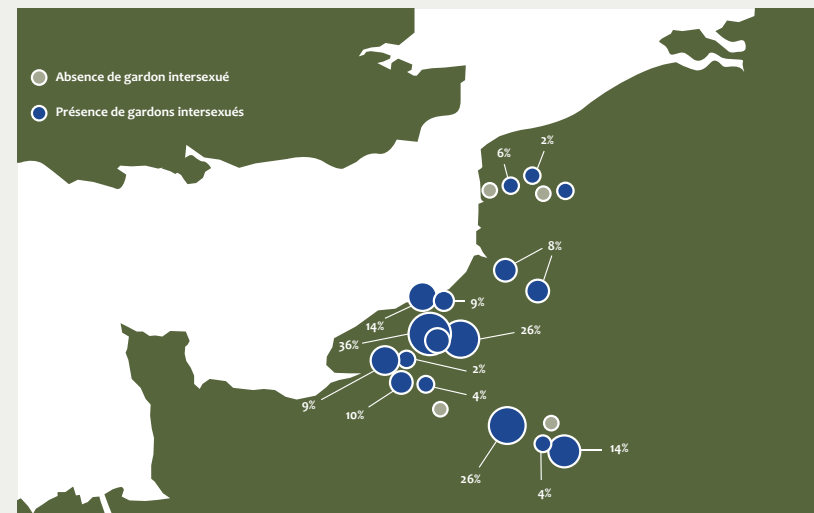


Figure 2: Mapping of the incidence of intersexed roaches (2000-2010).



**Methods for the  
measurement of oestrogenic  
and anti-androgenic activity in  
environmental samples**

### The context

Some environmental contaminants are known to disrupt the sexual development and endocrine system of aquatic wildlife by acting as oestrogens or as anti-androgens thereby blocking the action of androgenic hormones. For instance, in Europe intersex fish and mollusc populations have been observed and these may arise as a result of exposure to endocrine disrupting chemicals. Often however, the nature of the chemical contaminants responsible for intersexuality is unknown. The DIESE (Determination of pertinent indicators for environmental monitoring; a strategy for Europe) project, included a collaboration between UK and French participants to develop an analytical tool to detect endocrine disrupting chemicals in coastal and freshwater environments. As part of this project, partners surveyed the anti-androgenic and oestrogenic activities in freshwaters and coastal sediments and identified the major chemical contaminants responsible for these activities.

### Outline of the tool

The tool enables rapid assessment of the levels of endocrine disrupting chemicals in surface waters, sediments or wildlife tissues. It also uses chemical profiling techniques to identify the key contaminants contributing to endocrine disrupting activity. It is an invaluable technique to identify new and emerging contaminants in aquatic environments.

## Methods for the measurement of oestrogenic and anti-androgenic activity in environmental samples

### Summary of procedures

The tool comprises passive sampling methods to rapidly sequester endocrine disruptors from surface waters, and solvent extraction methods to efficiently extract contaminants from a variety of environmental samples including sediments. Extracts can be screened for oestrogenic or anti-androgenic activity using a variety of yeast or mammalian cell-based assays. Fractionation and analytical chemistry methods are used to identify the key chemical contaminants responsible for oestrogenic or anti-androgenic activity. The levels of these compounds can be quantified in samples to evaluate the potential risk to wildlife health.

### How might the tool be used?

- Catchment monitoring of surface waters and compliance with the European Union Water Framework Directive.
- Coastal monitoring of surface waters and sediments.
- Identification of new and emerging contaminants for consideration for improved legislation and policy for protection of wildlife health.
- Monitoring and evaluation of improvements in wastewater treatment processes.

### Who might benefit from the tool?

- Environment agencies.
- Water treatment companies.
- Local and European legislative bodies.
- Conservation societies and the general public.

### State of development

The methodology has been developed for surface waters and sediments and published in 2014. In collaboration with cross-channel partners, the tool has been applied to coastal sediments and test river catchments and the results will be published in 2015. Further improvements in high throughput and holistic screening of a wide variety of chemical contaminants in waters and sediments are underway.

### Future research needs

- Cost effective and miniaturised passive sampling methods need to be developed to sample herbicides, pesticides, industrial compounds and pharmaceuticals in a holistic manner in order to identify sources of pollution and monitor remediation measures.
- High throughput chemical screening of sampler extracts will be used to rapidly analyse contaminant mixtures and identify chemicals of concern.
- These methods will be developed and tested in a variety of aquatic environments with cross-channel partners.
- Their use will be evaluated for integration with current risk assessment procedures.

### For further information on this tool contact

Professor Elizabeth M Hill  
[e.m.hill@sussex.ac.uk](mailto:e.m.hill@sussex.ac.uk)

# Methods for the measurement of oestrogenic and anti-androgenic activity in environmental samples

## Summary matrix

Characteristics of the tool		Application		Global application	
Environmental matrices					
Pollution sources				Financial considerations	

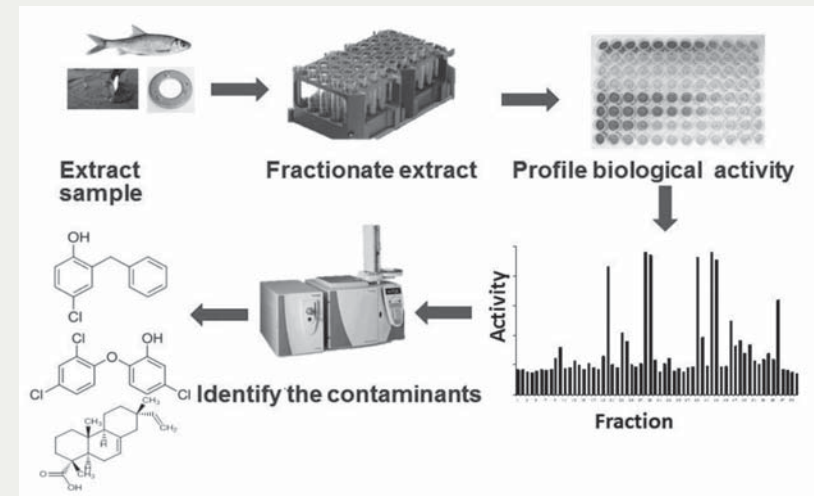


Figure 1. Methods to identify biologically active contaminants, including endocrine disrupting chemicals, in environmental samples.

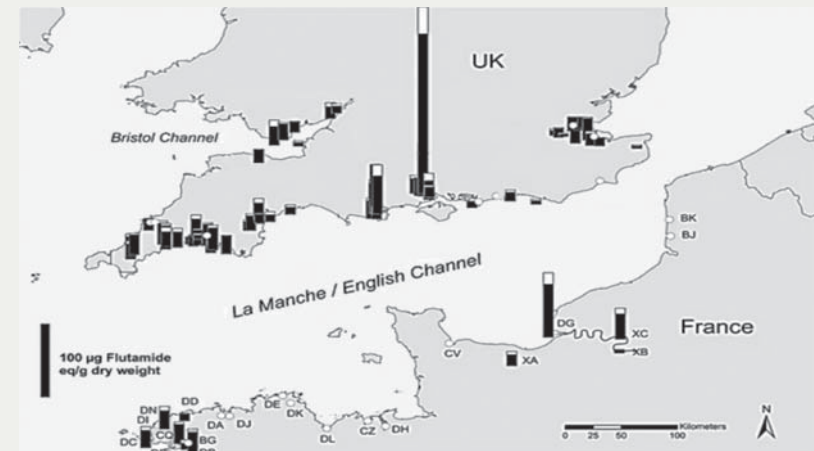


Figure 2. Mapping of anti-androgenic activity in coastal sediments in the cross-channel region.

# CLIMAWAT

Interreg IVa



Dating of groundwater

---

### The context

Groundwater is a major reservoir contributing to river flow (it can represent up to 80%). It plays a role as a buffer in the transfer of pollution. This is why the knowledge of residence time (or “age” of water) in the underground compartment is essential to river catchment management so as to be able to estimate for example, the time to reclaim good ecological status. The dating method analysis of CFC and SF<sub>6</sub> developed since 2005 in Brittany as part of the management of diffuse pollution, has been successfully applied in the European project CLIMAWAT on chalky British river catchments where artificial recharge exists.

### Outline of the tool

Determining the residence time of groundwater is based on the analysis of anthropogenic atmospheric compounds: CFCs (chlorofluorocarbons) and SF<sub>6</sub> (sulfur hexafluoride). These compounds used as refrigerants, solvents, foam expanders ... have accumulated in the atmosphere over the years (Figure). The water that infiltrates into the underground environment is in equilibrium with atmospheric gases and retains this signature throughout its underground stay. The gas concentration in the groundwater is then directly proportional to the period when the water has infiltrated. Knowledge of residence time (or residence time distribution) in the underground chamber allows you to make assumptions about the dynamics of water masses facing a change (whether natural or anthropogenic): it is a genuine tool for sustainable management.

## Dating of groundwater

### Summary of procedures

Water is sampled at the level of springs, of drilling with drinking water supply or isolated drilling avoiding contact with the atmosphere. The river sampling is feasible but requires the installation of mini drilling. The samples are then analysed by gas chromatography in the Condate Water platform of the Observatory of Sciences of the Universe in Rennes. Concentrations of CFCs and SF6 are compared to atmospheric curves to determine the period or periods of recharge. Knowledge of the hydrogeological context is then used to better understand the dynamics of groundwater and will give some answers in terms of inertia or water vulnerability to change. The dating also allows you to make time constraints to digital models.

### How might the tool be used?

- Support tool for estimating the time to return to good ecological status in response to the Water Framework Directive
- Better understanding of the dynamics of water masses and its variation: is there over exploitation?
- Wedging in time of the digital models

### Who might benefit from the tool?

- Local Government (water boards)
- Business management and distribution of drinking water
- State, water agency, regions, counties
- Research

### State of development

The methodology is in place since 2005 at the University of Rennes (and since the 90s in the United States). Since then it has been validated in multiple environments including the chalk aquifer in Great Britain through the CLIMAWAT project (Ayraud et al, 2006; Aquilina et al, 2012). Research is currently underway to develop new tracers or methodologies either for longer time (thousands of years) or on the contrary on shorter times of the order of days or months (tracing).

### Future research needs

- New tracers for the period 100 to 2000 years
- Tracing and continuous monitoring of movements

### For further information on this tool contact

**Virginia Vergnaud**  
[osur-datation@univ-rennes1.fr](mailto:osur-datation@univ-rennes1.fr)

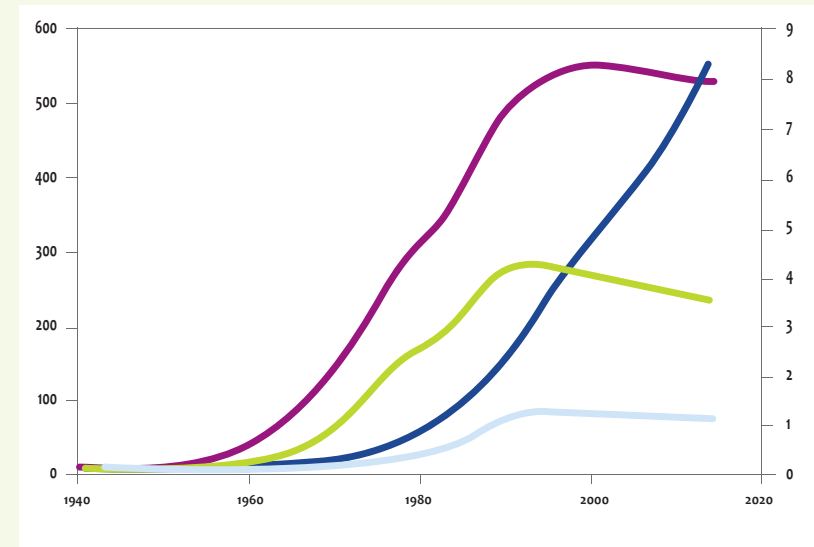
**Luc Aquilina**  
[luc.aquilina@univ-rennes1.fr](mailto:luc.aquilina@univ-rennes1.fr)

**Thierry Labasque**  
[thierry.labasque@univ-rennes1.fr](mailto:thierry.labasque@univ-rennes1.fr)



# Dating of groundwater

## Summary matrix



Curves of atmospheric concentrations in CFC and SF6 (source NOAA-AFEAS - USGS)

# CLIMAWAT

Interreg IVa



Distributed temperature  
measurement by  
fibre optic

### The context

Distributed temperature measurement by fibre optic (FO-DTS) has been developed over the last twenty years for industrial applications (dams, oil wells, pipelines etc ...). Since 2006, this tool has been used for different environmental applications, either for measuring the temperature of streams and rivers or to characterize the exchanges underground water - rivers. However, hydrogeological applications remained very low. Under the CLIMAWAT project, this technology has been adapted to hydrogeological studies i) to test the usefulness of the tool to characterize seepage in heterogeneous environment [Read et al., 2013] and ii) to quantify bore-hole seepage using a heated optic fiber cable [Read et al., 2014].

### Outline of the tool

Distributed temperature measurement by fibre optic (FO-DTS) is based on analysis of the propagation of light in glass fibre. A laser signal, regularly beamed, is propagated along the fibre and interacts with the silicon atoms. With a spectrophotometer, the backscattered light is analysed to deduce the temperature at the emission point. The great advantage of this tool is to measure the temperature along great distances (a few hundred meters to several tens of kilometres) with excellent spatial resolution (25 cm per meter) and time (from one second to an hour depending on the applications). The accuracy of the tool depends on the integration time of the measurements, but in practice reached  $0.1^{\circ}\text{C}$ . A new application is that we have developed to quantify water leakages using a heated fibre optic cable similar to that of the hot wire principle.

## Distributed temperature measurement by fibre optic

### Summary of procedures

The tool can be used in fresh or marine waters, in the atmosphere or in underground environment. The fibre optic cables are positioned in the environment where the temperature must be measured - ground, river, bore-hole ... To improve the quality of the measurements, it can be useful, even highly recommended depending on the application, to use calibration trays where the temperature is measured independently. The integration time and the measurement procedure are set according to the device (number of channels, cable length).

For the determination of leakage speeds in bore-holes, it is the temperature difference between a reference cable and heated cable that allows deduction of the leakage velocity. For this it is necessary to have previously carried out a calibration of the method because the temperature difference depends on the cable used. To heat a fibre optic cable, it is necessary to use reinforced cables (copper or steel) in which an electric current is sent.

### How might the tool be used?

- Distributed measurements of temperature in river or bore-hole
- Better understanding of groundwater / river flows, characterisation of the hyporheic zone
- Location of leakages and flow measurement while drilling (management of groundwater resources and geothermal science)
- Identification of land / sea relationships: visualization and quantification of water exchange

### Who might benefit from the tool?

- Office of environmental studies and geothermal science
- State, water agency, regions, counties, river catchment groups
- Universities, research centres and government laboratories

### State of development

Distributed measurement temperature by fibre optic in rivers is now validated by many scientific studies for nearly 10 years. The European project CLIMAWAT has helped to show the advantage of the tool for underground water (Read et al, 2013; Read et al, 2014.). It is practically the first publication in this field. Quantification of flows remains to be developed and validated in different contexts and, if possible, for various environmental applications.

### Future research needs

Research needs focus on technical improvements of the tool, the development of new measurement methods as well as new applications.

- From a technical point of view, it would be useful to develop units of measurement that are more autonomous on the spot, with better measurement accuracy, and more versatile (extended measurement range).
- Methodological developments mainly concern the development of the method of flow measurement using a heated cable. This is a promising new method in hydrogeology, but also in other fields of hydrology for which it is necessary to investigate the limitations of the method and to improve if necessary.
- Environmental applications of fibre optic are still partly unexplored and other uses of the tool will probably be proposed in the coming years, particularly concerning the flows in the non-saturated environment.

To improve this tool, cross-border collaboration is essential. The main innovation carried out focuses on the development a new method to quantify leakages in bore-hole (Read et al., 2014). This innovation was only made possible through the collaboration between the Universities of Rennes and East Anglia within the Climawat project. This innovation is the result of complementary skills between our universities.

### For further information on this tool contact

Contact Olivier Bour

[olivier.bour@univ-rennes1.fr](mailto:olivier.bour@univ-rennes1.fr)

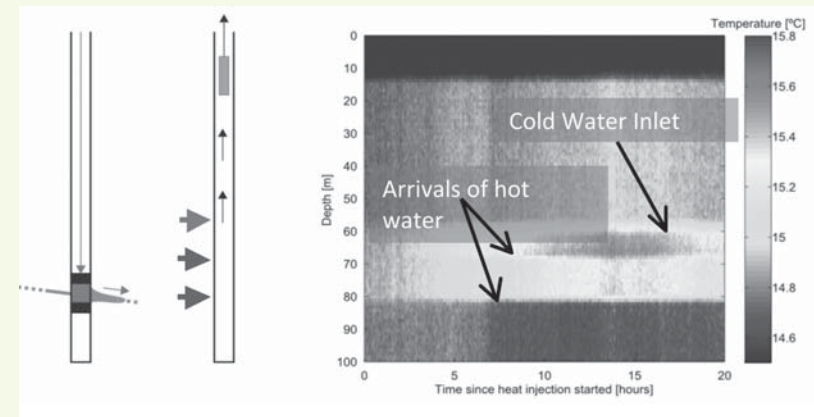
Tanguy Le Borgne

[tanguy.le-borgne@univ-rennes1.fr](mailto:tanguy.le-borgne@univ-rennes1.fr)

# Distributed temperature measurement by fibre optic

## Summary matrix

Characteristics of the tool		Global application	
			
Application			
			
Environmental matrices			Financial considerations
			



Thermal tracer test: we can clearly distinguish on the right hand side graph fractures connected to the injection borehole (arrival of hot water) and what is disconnected (cold water). The great advantage of the fibre optic is to provide the temperature evolution over time on long distances (here, the entire drilling).



Channel  
Catchmen  
Cluster

## Biomarker Response Index (BRI)

### The context

Techniques to assess environmental quality tend to focus on biodiversity impacts, with various indices to indicate such impacts. Such ecological level impacts address factors such as presence, absence or abundance of species. In terms of environmental monitoring, species-level responses imply degradation in water quality and are not early-warning indicators of ecosystem health. Biological effects monitoring evaluating biological responses or endpoints from the biota are used as early-warning indicators to indicate toxicity and exposure to contaminants. Biological endpoints, termed biomarkers, have been advocated as important tools for assessing the general health of organisms. Biomarkers defined as functional measures of exposure to and effects of stressors that are evaluated at the various hierarchical levels of biological organisation, from molecular, through to cellular, physiological and whole-organism level. When biomarkers are used in conjunction with species-level measures, such as biodiversity, such a holistic assessment may provide an ecosystem approach to environmental monitoring.

The Interreg-supported projects Chronexpo and 3C projects have enabled interdisciplinary research across the Channel/Manche region and enabled insights into mechanisms of chronic contaminant exposure as well as compilation of such tools to assess aquatic pollution.

### Outline of the tool

The Biomarker Response Index (BRI) was developed to provide a relative measurement of the general health of aquatic organisms. The index integrates the various biomarkers (biological responses) measured at the different hierarchical level of biological organisation. When implemented in environmental monitoring programmes, the BRI provides a holistic assessment of water bodies, based on the inhabiting organisms of the particular habitat, and thus can be used as an additional indicator of environmental quality under the European Union Water Framework Directive (EU-WFD) (2000/60/EC). The BRI has been validated and implemented to indicate water quality in various European Marine Sites (EMS) and several Special Areas of Conservation (SAC).





## Biomarker Response Index (BRI)

### Summary of procedures

The Biomarker Response Index (BRI) provides an integrated measure to designate environmental quality status based on the suite of biomarkers used. The index is based on responses previously assessed and validated in both laboratory and field conditions. Biomarkers are also weighted according to the level of biological organisation; physiological endpoints were weighted as 3, cellular as 2 and molecular as 1, as it is assumed that an alteration at the physiological level will have a greater impact on the health of the organisms than changes at the molecular level. The final BRI value was then calculated using the following equation to provide a BRI value between 1 and 4 as illustrated below:

$$\text{Biomarker Response Index} = \frac{\sum(\text{biomarker}_1 \text{ rank} \times \text{biomarker}_1 \text{ weighting}) + \sum(\text{biomarker}_2 \text{ rank} \times \text{biomarker}_2 \text{ weighting})}{\sum(\text{biomarker}_1 \text{ weighting}) + \sum(\text{biomarker}_2 \text{ weighting})}$$

The index ranking ranges from no or slight alteration from normal responses (3.01 – 4.0) through to moderate alteration from baseline (2.76 – 3.00) and severe alteration (0 – 2.5), following categories identified under the Water Framework Directive for ecological and chemical assessment, thus, a lower BRI value indicating a more detrimental response; for full classification see Table 1 below.

Biomarker Response Index (BRI)	Biological status and colour code for traffic light scheme	
0 - 2.5	Severe alteration from normal/baseline responses	
2.76 - 3.00	Moderate alteration from normal/baseline responses	
2.51 - 2.75	Major alteration from normal/baseline responses	
3.01 - 4.00	No or slight alteration from normal/baseline responses	

### How might the tool be used?

- Offers a measure of organism health that can be used in environmental monitoring programmes under the European Water Framework Directive
- Provides an additional tool to defining risk calculation in transitional water bodies that must ensure 'Good Ecological Status- GES' under the European Water Framework Directive
- Investigation of riverine and coastal pollution incidents
- Forecasting and water quality impacts of developments under Environmental Impact Assessments

### Who might benefit from the tool?

- Environmental protection agencies
- Local conservation groups or societies
- Stakeholder groups

### State of development

Detailed analyses have been used for both Marine Sites and Special Areas of Conservation (SAC) in the UK, as well as laboratory investigations into mechanisms of contaminant-induced toxicity (Dallas et al. 2013) however, it is hoped that the approach will be further developed and applied in future cross-border, interdisciplinary collaborations.









### References

- Dallas, L.J. (2013). An ecotoxicological assessment of the impacts of chronic exposure to metals and radionuclides on marine mussels: relating genotoxicity to molecular and organism-level effects - See more at: <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.588585#sthash.SN7WJAhH.dpuf>
- Dallas, L.J., Bean, T., Turner, A., Lyons, B. P., Jha, A.N. (2013). Oxidative DNA damage may not mediate Ni-induced genotoxicity in marine mussels: Assessment of genotoxic biomarkers and transcriptional responses of key stress genes. *Mutation Research*. 754, 22-32.
- Hagger, J. A., Jones, M. B., Lowe, D., Leonard, D. R. P., Owen, R., & Galloway, T. S. (2008). Application of biomarkers for improving risk assessments of chemicals under the Water Framework Directive: A case study. *Marine Pollution Bulletin*, 56(6), 1111-1118.



# Biomarker Response Index (BRI)

## Summary matrix

Characteristics of the tool		Global application	
			
Application			
			
Environmental matrices			Financial considerations
			
Pollution sources			
			

## Future research needs

- Further validation of biomarker research is needed in the laboratory with exposures of standard chemicals of known modes of action
- Further validation of biomarker research is needed in the field across varying spatial scales and regions of contamination
- Further validation of biomarker research is needed in the field across varying temporal scales in various key bioindicator species to highlight contaminant effects in various matrices, e.g. benthic organisms in sediment, pelagic organisms, etc
- To fully attain an ecosystem approach to environmental monitoring, further research is needed with biodiversity indices to tie-in population and community level effects

## For further information on this tool contact

Prof. Awadhesh Jha  
[a.jha@plymouth.ac.uk](mailto:a.jha@plymouth.ac.uk)

Dr Awantha Dissanayake  
[awantha.dissanayake@plymouth.ac.uk](mailto:awantha.dissanayake@plymouth.ac.uk)



**Intersex in *Scrobicularia  
plana* as a biomonitor of  
endocrine disruption  
in estuaries**

## Intersex in *Scrobicularia plana* as a biomonitor of endocrine disruption in estuaries

### The context

The endocrine system is responsible for normal development, growth and reproduction in vertebrates and higher organisms. Evidence from freshwater fish and other aquatic vertebrates has shown that the normal functioning of the endocrine system can be disrupted by very low concentrations of endocrine disrupting chemicals (EDCs) including natural and synthetic hormones, alkylphenols, some metals and other compounds.

Assessment of freshwater fish has proved a useful technique to monitor ED effects in rivers and freshwater bodies, but until now there have been few reliable biomonitoring systems in estuarine systems. Furthermore, there is pressure from the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) to develop non-vertebrate alternatives for biological monitoring. Since invertebrates form over 95% of known species, and that molluscs have already proven useful in other biomonitoring studies (imposex and TBT contamination in dogwhelks) the phenomenon of intersex in the estuarine clam *Scrobicularia plana* has been proposed as a biomonitor of ED in estuaries.

### Outline of the tool

Using *Scrobicularia plana* to assess potential endocrine disruption effects has been developed and applied within the Channel region to gauge the geographical range and severity of impact. It is especially relevant due to the fact that many EDCs are sequestered and concentrated within sediments. *Scrobicularia plana* is a common deposit-feeding clam and is therefore ideal as an indicator of sediment contamination.

In practice, adult native *Scrobicularia plana* (n = 30 individuals, ~40mm long) are collected from estuarine mudflats during peak maturation (July to early August). These clams are dissected to remove samples of gonad that are observed under a light microscope at x100 total magnification in a simple, fresh preparation. The sexual state (male, female or intersex) of each individual clam is determined together with any unusual features such as parasitism. Any intersexed individuals are scored on a severity index and the percentage of intersexed individuals and the sex ratio of the sample are also recorded.

## Intersex in *Scrobicularia plana* as a biomonitor of endocrine disruption in estuaries

### Summary of procedures

Development and application of the *Scrobicularia plana* tool within the DIESE project has resulted in assessment of over 100 sites within the Channel region showing that over 58% of clam populations included intersexed individuals. This study has highlighted areas where intersex is widespread and also locations where incidence and/or severity are high. These data have been mapped (GIS) to allow ready interpretation of results and future comparison with relevant catchment data (e.g. human population, sewage effluent, industry, agriculture (particularly the numbers of cattle and sheep)).

### How might the tool be used?

- Rapid and cost-effective assessment of ED effects in estuaries.
- By linking effects of ED in clams to catchment data, it may be possible to determine the most likely causes in a locality (sewage treatment plants, septic tanks, agricultural sources or industry) together with remediation.
- If likely sources and causes of ED within catchments are identified, the *Scrobicularia plana* tool can then be used to monitor the efficacy of any remedial actions.

### Who might benefit from the tool?

- Environmental protection agencies
- Wastewater treatment operators
- Conservation agencies
- Scientific research community
- Aquaculture industry

### State of development

The use of *Scrobicularia plana* as a biomonitor has been developed over several decades, initially to assess metal contamination and subsequently organometals (TBT) in sediments. Its use as a bioindicator of ED effects is the most recent development. As a result of this sequence, many aspects of its use as a biomonitor are very well understood. However, the mechanistic details of ED effects within *Scrobicularia plana* are not yet completely understood, nor the relative importance or dose-response to putative causative chemicals.

### Future research needs

- Mechanistic details of ED effects in *Scrobicularia plana*
- Relative importance and dose-response curves for causative chemicals (singly and in combination).
- What are the sources of EDs in estuaries and their relative importance?
- Small scale variability of intersex within estuaries
- Are there population level effects of intersex?

### For further information on this tool contact

**Dr Bill Langston**  
[wjl@mba.ac.uk](mailto:wjl@mba.ac.uk)

**Dr Nick Pope**  
[ndpo@mba.ac.uk](mailto:ndpo@mba.ac.uk)

The Marine Biological Association UK  
Citadel Hill, Plymouth  
PL1 2PB, UK

Telephone **+44 1752 633100**

# Intersex in *Scrobicularia plana* as a biomonitor of endocrine disruption in estuaries

## Summary matrix

Characteristics of the tool		Global application	
Application			
Environmental matrices			
Pollution sources			Financial considerations

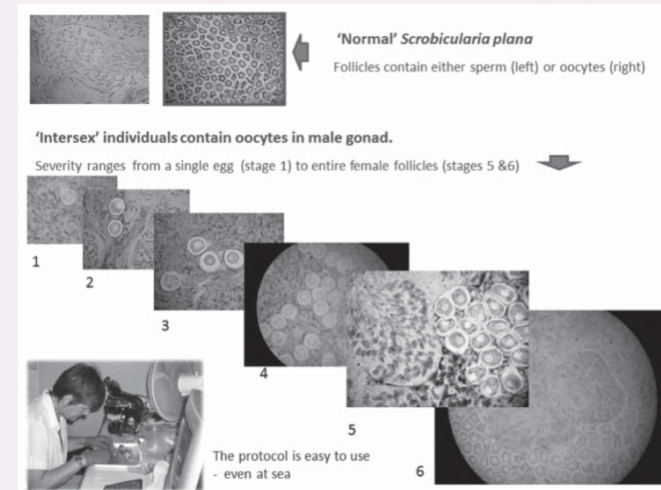


Figure 1. Intersex in *Scrobicularia plana* showing normal (male, female) and intersexed gonad tissue.



Incidence of intersex in *Scrobicularia plana* from the English Channel region. Grey circles indicate affected sites and are proportional to the percentage of the male population displaying intersex. Clear circles indicate unaffected sites.



**Monitoring of  
non-native species in  
fouling assemblages of  
marinas and harbours**

## Monitoring of non-native species in fouling assemblages of marinas and harbours

### The context

Species that have been carried beyond their natural geographical range by human activities, either accidentally or deliberately, can modify ecosystems and pose major threats to both economic interests and native biodiversity. The Marinexus project included appraisal of these non-native species (NNS) in the fouling communities of harbours and marinas — artificial environments in which NNS are particularly prominent and which can act as stepping-stones for spread around the coast and thence into natural habitats. Marine biologists from the laboratories in Plymouth (Devon, UK) and Roscoff (Brittany, France) adopted joint protocols and undertook collaborative work to enable direct comparisons of localities on the two sides of the Channel, in NW Brittany and SW England (Devon & Cornwall). Repeated observations with this joint approach documented recent arrivals in the western English Channel and their pattern of spread from one side to the other.

### Outline of the tool

Two complementary approaches to detecting and monitoring NNS from floating pontoons in artificial habitats such as marinas and harbours have been refined and applied in a cross-Channel study. Entering the water (e.g. by SCUBA diving) is not involved in either protocol, and site visits can be made at any state of the tide. 1. Rapid assessment surveys (RASs) involve standardized timed searches for NNS by a small team to generate data comparable between sites, with semi-quantitative estimates of abundance of the NNS present. 2. Deployment of settlement panels, with their subsequent retrieval and scoring in the laboratory, allows quantitative estimation of the prevalence of the native and non-native species present, permitting detailed statistical analysis of geographical and temporal trends. Repetition of both these protocols has proved informative in detecting changes over time, enabling inference of histories and routes of introduction and subsequent spread—information relevant to pathway management. The protocols are also applicable in some types of aquaculture facility.

### Summary of procedures

#### 1. Rapid assessment surveys (RASs)

A RAS can be undertaken from floating pontoons at any state of the tide. The approach taken in Marinexus uses a small team (in our case three people) of experienced general recorders. The available pontoons at each site are divided between the staff, who work separately for a predetermined time (commonly one hour). The pontoon floats are examined, using a scraper fitted with a collecting basket to retrieve specimens beyond arm's length. Submerged substrates such as hanging ropes, keep cages, fenders and kelps are pulled up and examined, and observations are recorded on a standard form. Specimens are collected to substantiate significant findings, for discussion, or for laboratory identification. At the end of the observation period, the team re-convenes to record their joint observations on a summary form, and an estimate of abundance of each species encountered is agreed. Environmental measurements are made.

#### 2. Settlement panel analysis

Small plastic panels are suspended by a cord from floating pontoons and are thus permanently immersed at a constant depth. Invertebrate and algal propagules (larvae, spores) settle and grow on the panels, which are retrieved after a predetermined period of immersion. In the laboratory, the prevalence of each species colonizing a panel is estimated by noting which species are present at each of an array of points laid over the panel. Data loggers and environmental measurements recorded during site visits provide information supporting the interpretation of biological trends. The resulting data are suitable for multivariate analysis of geographical and temporal changes and interpretation of environmental influences on the prevalence of NNS.

The Marinexus protocol used 17 x 15 cm black Correx ('corrugated' polypropylene) panels weighted to hang vertically 1.5m below the surface, at which depth algal growth was limited. Panels were retrieved after one year and scored after narcotization of the fauna and killing by brief immersion in ethanol to ensure limited and relatively uniform contraction of soft-bodied forms such as ascidians.

## Monitoring of non-native species in fouling assemblages of marinas and harbours

### How might the tool be used?

- Meeting requirements for monitoring of NNS in relation to descriptors of environmental quality/status under the Water Framework Directive and Marine Strategy Framework Directive.
- Contributing to the surveillance scheme for Species of Union Concern that will be an obligation of Member States under the European Union Invasive Alien Species Regulation (Art. 14).
- Providing information on distributions and patterns of expansion of NNS relevant to the pathway management action plans required of Member States under the European Union Invasive Alien Species Regulation (Art. 13).
- Providing NNS distribution information necessary for risk assessments for exemption from requirements of the Ballast Water Management Convention, when ratified.
- Providing information for management of inshore Marine Protected Areas close to or including marinas or harbours (UK Marine and Coastal Access Act 2009; European Habitats and Birds Directives; Wildlife and Countryside Act 1981; Ramsar Convention).

### Who might benefit from the tool?

- Environmental protection agencies and government conservation agencies.
- Conservation societies/local action groups and NGOs.
- Marina operators and harbour authorities.
- Operators of aquaculture facilities (particularly shellfish culture).

### State of development

The methods are fully operational and very simple in concept, but there are many potential variants of the exact protocols, for instance concerning the material from which panels are constructed, their orientation in the water, and patterns of deployment and experimental replication. The primary need for widespread application is for standardization of protocols to ensure comparability between regions and studies.

In the Marinexus project, 15 x 17 cm settlement panels were immersed at 1.5m for one year. The resulting colonization was in many cases very bulky, creating problems for handling and

scoring. It would be very useful to have a better understanding of the relationship between the duration and seasonal timing of exposure of panels and the resulting scoring effort and information content of the data. The 1.5m depth resulted in dominance by suspension-feeding animals at the expense of algae in the sites studied. A parallel protocol to focus on algae, presumably involving near-surface exposure of panels to provide more light, might need to be added in some studies.

### Future research needs

Taxonomic uncertainties remain for most groups within fouling biota. These apply even to adult stages, but are exacerbated when dealing with immature or very young stages resulting from settlement a short time before panels are retrieved for scoring. Young stages would generally require separate treatment in identification guides, but this information is generally lacking.

There is a need to investigate the potential for, and role of, environmental DNA (e-DNA) approaches in monitoring of sessile biota, and their relationship to conventional surveys.










### For further information on this tool contact

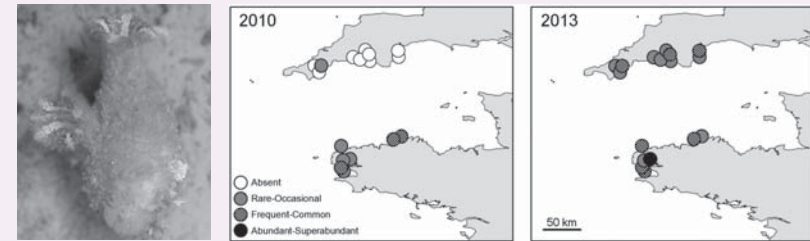
John Bishop  
[jbis@mba.ac.uk](mailto:jbis@mba.ac.uk)



# Monitoring of non-native species in fouling assemblages of marinas and harbours

## Summary matrix

Characteristics of the tool		Global application
		
Application	Environmental matrices	
		
Nature of Impact		Financial considerations
		



1. RAS. Distribution of the non-native ascidian *Asterocarpa humilis* (left) in marinas in Devon & Cornwall and in Brittany in repeat rapid assessment surveys in 2010 and 2013. Note the rapid spread documented in Devon & Cornwall.



2. Settlement panels. Panels before (left) and after (right) nine week's exposure in a marina in SW England.



## A decision tree for the management of dredged sediments

## A decision tree for the management of dredged sediments

### The context

The Channel and the North Sea constitute a major economic, ecological and patrimonial stake, for France and the United Kingdom. Indeed, over 90% of global economic trade is by seaway. To ensure service quality of port infrastructure, port managers organise dredging and desilting campaigns. For maintenance of these infrastructures, France dredges 50 million m<sup>3</sup> of sediment every year, of which 5-10% can be considered non submersible. It then introduces a problem related to the management of these sediments considered waste upon disposal on land since 2002.

Partners from different horizons (port authorities, scientists, construction company) have joined together within the SETARMS project (Sustainable Environmental Treatment and Reuse of Marine Sediment) to provide solutions for depollution, stabilization and reuse of these sediments as under road layer.

### Outline of the tool

This new tool is presented in the form of a decision tree for the management of sediments on land. As soon as the deposit on land of dredged sediments is done, it will allow us to know what chemical elements are to be especially monitored in order to be conform with legislation and provide examples of processes that can reduce the level of pollutants present. This decision tree also introduces the debate on the reuse of dredged sediments in road building. Indeed, the use in road building of alternative materials, such as sediments, requires compliance with the legislation in terms of pollutant chemical species but also in terms of mechanical properties to withstand the loads to which they will be subjected. For that, this tool will contain recommendations on important geotechnical characteristics, as well as examples of formulations allowing an increase of mechanical properties that meet the criteria of mechanical strength.

# A decision tree for the management of dredged sediments

## Summary of procedures

This decision tree involves three stages of characterisation and formulation:

1. Chemical characterisation of total elements and leaching
2. Complete geotechnical characterisation
3. Research of adequate technically and economically formulations

## How might the tool be used?

- Search of solution to sediment management by port authorities
- Identify solutions to reduce pollutants in sediments
- Use of sediments as materials by construction companies in lieu of quarry materials

## Who might benefit from the tool?

- port authorities
- public construction companies

## State of development

The monitoring of experimental charts developed with specific formulations ran from June 2013 to June 2014. The latest results should be obtained in September 2014. Publication of a guide explaining the different stages of the decision tree will be effective by the end of 2014.






## Future research needs

- The monitoring of the evolution in time of chemical and geotechnical characteristics of sediments in a port.
- The possibility to conduct full-scale electrokinetic tests in order to pretreat the sediments and to reduce salt levels.
- The valorisation of sediments for other applications (dike, hill landscape, ...).
- The completion of greater experimental charts

## For further information on this tool contact

Dr Mohamed Boutouil at the ESITC Caen  
[dir.recherche@esitc-caen.fr](mailto:dir.recherche@esitc-caen.fr)

## Summary matrix

Characteristics of the tool	Global application	
		
Application		Financial considerations
		



**Cornwall  
Wildlife Trust**



## Citizen Science – monitoring for non-native species

### The context

Non-native species have been identified as having the potential to adversely impact on biodiversity, human health and the economy. Global trading has led to an increase in the rate of introduction in recent years with legislative instruments and policy calling for improved detection and monitoring capabilities. The earlier along the invasion pathway a species can be detected, the more cost-effective it is likely to be for management and to minimise further spread.

Citizen science has the potential to provide a valuable contribution towards achieving monitoring and detection requirements by gathering reliable data across a broad geographical area. The very nature of non-native species introduction, either intentional or unwittingly, by human activity also highlights the need for raised awareness and citizen science can provide an ideal platform to facilitate this.

### Outline of the tool

Monitoring and detection of non-native species in the marine environment is inherently difficult. Often by the time a species is detected it has already become established and problematic.

The increasing need for vigilance and awareness inspired the development of a marine non-native species citizen science programme. By harnessing the skills of the general public, amateur naturalists and those who are well positioned to collect data through their leisure pursuits, there is potential to mobilise a large network of individuals able to carry out monitoring with the help of training and identification resources.

The development of innovative techniques together with the co-operation of existing recording schemes can enable citizen scientists to collect data on selected species in artificial, intertidal and sub-tidal habitats.

## Citizen Science – monitoring for non-native species

### Summary of procedures

#### Artificial habitat monitoring

Citizen scientists from the maritime community deploy weighted settlement panels from pontoons and other floating man-made structures to gather data on species colonisation.

After a minimum of 8 weeks, participants retrieve and photograph each side their panel and then submit the images online. The images are then examined by experts to determine the presence of any non-native species. The project design aims to provide verifiable biological data on the presence of a range of non-native taxa across a wide geographical area but, equally importantly, raise awareness of their occurrence within the maritime community. The aspiration is that their involvement could lead to behavioural changes amongst maritime users, and thus ultimately reduce the rate of spread of non-native species.

#### Intertidal habitat monitoring

Citizen scientists receive training to conduct and lead intertidal surveys to record key species by employing a combination of four complementary techniques from timed searches to transect and quadrat surveys. A site can be surveyed by employing one, some or all of the complementary elements depending on the time and expertise available. Species identification cards detailing habitat requirements and relative position on the shore have been developed to guide the citizen scientists and focus monitoring efforts. This method is suitable for monitoring WFD indicator species, non-native species, Features of Conservation interest (both species and habitat), and climate change indicators.

The elements include a timed search for specific key species generating presence / absence data and a comparable gauge of species abundance; a walkover survey, recording all taxa, their relative abundance and location on the shore with reference to zonation (observations of particular significance are carefully photographed and GPS position recorded); a repeatable transect survey where zonation measurements are recorded allowing for comparison over time and finally a transect survey incorporating quadrats to record species and percentage cover in each zone.

#### Sub-tidal habitat monitoring

Seasearch is a national scheme for divers to record their underwater observations for the benefit of marine conservation. Integration of non-native species monitoring, through the provision of specialist training and identification resources, has equipped divers with the necessary skills to monitor for a range of non-native taxa utilising standardised Seasearch methodology on both routine Seasearch dives and dedicated non-native dives. Digital images from the dive help provide robust, verifiable data. Details for Seasearch survey methodology can be found by visiting <http://www.seasearch.org.uk/recording.htm>

#### How might the tool be used?

- Contribute to monitoring obligations in relation to descriptors of environmental quality/status required of Member States under the Marine Strategy Framework Directive and Water Framework Directive.
- Contribute to the surveillance scheme for Species of Union Concern that will be an obligation of Member States under the European Union Invasive Alien Species Regulation (Art. 14)
- Provide information on distribution and pattern of expansion of NIS relevant to the pathway management action plans required of Member States under the European Union Invasive Alien Species Regulation (Art. 13).
- Provide information to inform the designation process for inshore Marine Protected Areas (UK Marine and Coastal Access Act 2009; European Habitats and Birds Directives; Wildlife and Countryside Act 1981; Ramsar Convention).
- To engage citizens and stakeholders and raise their awareness of the threats posed by non-native species.
- Contribute to the development of biosecurity plans and risk management tools for ports, harbours, marinas and aquaculture facilities.

## Citizen Science – monitoring for non-native species

### Who might benefit from the tool?

- Environmental protection agencies
- Government and NGO's
- Marina, port and harbour operators
- Local conservation societies
- Aquaculture facilities

### State of development

The citizen science approach to monitoring for non-native species has been trialled in Cornwall but it is hoped that it can be developed further and applied in future cross-Channel collaborations.

The use of settlement panels for monitoring purposes has been adopted in other countries outside of Europe however it is unclear if this method has been adopted as a citizen science tool.

### Future research needs




- Refining appropriate species for citizen science monitoring
- On-going taxonomic requirements
- Development of resources
- Reducing barriers to recording e.g. phone apps

### For further information on this tool contact

**Lisa Rennocks**

[lisa.rennocks@cornwallwildlifetrust.org.uk](mailto:lisa.rennocks@cornwallwildlifetrust.org.uk)

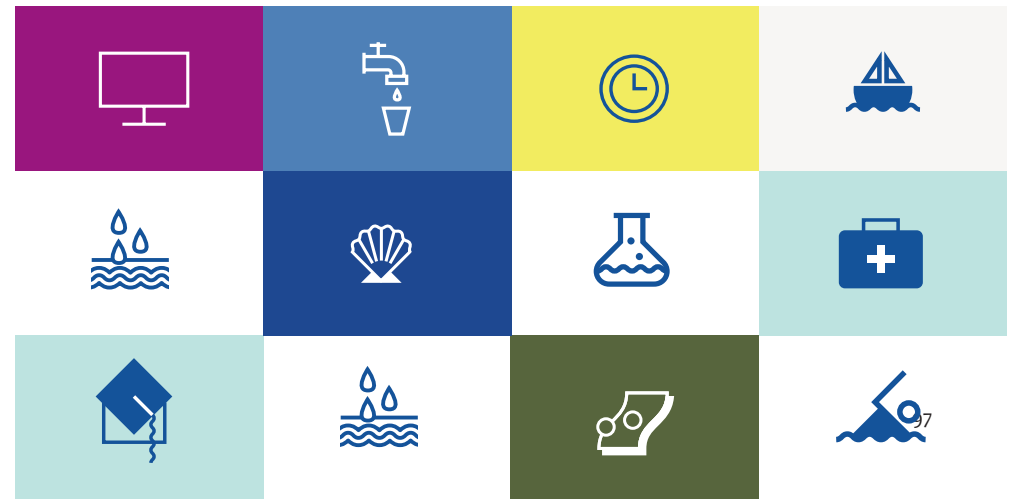
### Summary matrix

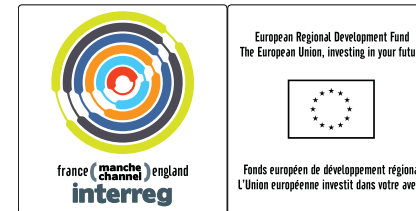
Characteristics of the tool		Global application	
			
Application		Financial considerations	
			
Environmental matrices		Nature of Impact	
			





# Compendium d'outils





European Regional Development Fund

European Union. Investing in your future.

3C has been selected under the European Cross-border Cooperation Programme INTERREG IV A  
France (Channel) – England, co-funded by the ERDF








Bien que l'étendue d'eau étroite qui sépare l'Angleterre de la France a vu les 2 souhaiter la bienvenue (et parfois pas si bienvenu) à la circulation humaine pendant les mille dernières années, ce défi physique au mouvement de personnes a certainement servi à entraver les efforts de collaboration qui pourraient établir une économie plus durable dans notre partie de l'Europe.

Depuis 2009, le programme Interreg de la Région France (Manche) Angleterre soutenu par le Fond Européen de Développement Régional (FEDR) a maintenu activement les efforts d'organisations en France et en Angleterre pour travailler encore plus étroitement ensemble, à partager de bonnes pratiques et de concevoir de nouvelles façons d'assister le développement durable dans la région. Les initiatives sont certes enracinées dans une recherche d'excellente qualité, mais elles ont également été entraînées par les besoins réels de la Région et dans tous les cas, les partenaires ont travaillé à développer des outils pratiques qui peuvent être facilement appliqués à la fois en France et en Angleterre.










La Communauté de Captage (bassin versant) du Canal anglais (Manche) (3C) s'appuie sur cette tradition croissante de la coopération transfrontalière de rassembler le meilleur de nouvelles connaissances à partir d'un travail d'équipe anglo-français récent. Le contenu de ce Compendium est le résultat d'un large éventail d'initiatives au niveau le plus élémentaire qui ont bénéficiées énormément d'une rencontre d'esprits transfrontalière. La Communauté a rassemblé plusieurs de ces équipes transfrontalières pour discuter de leur travail et partager les bonnes pratiques dans la dissémination et l'application de nouveaux outils de protection de l'environnement. Ce Compendium présente donc non seulement un « instantané » de la grande variété de protection environnementale et d'outils de gestion qui ont émergés de la Région France (Manche) Angleterre et résume aussi où ils se tiennent sur leur « voie à l'impact ». Il y a clairement beaucoup plus qui peut être achever par les efforts transfrontaliers futurs dans notre région, mais je crois que ce Compendium constitue une base excellente pour l'action future.










**Professor Huw Taylor**  
*Université de Brighton*  
UK

# La légende pour les icônes

Icon	
Les caractéristiques de l'outil	 L'outil a besoin d'ordinateur [un logiciel spécialisé]
	 Outil qui peut être décrit rapide [résultats en temps réel ou presque]
	 Outil de surveillance et contrôle
Application	 Outil basé au laboratoire
	 Outil basé sur le terrain
	 Outil basé en ce moment dans le monde universitaire
	 Outil basé en bureau

# La légende pour les icônes

Icon		
Matrices environnementales		L'outil peut être utilisé avec l'eau potable
		L'outil peut être utilisé avec les eaux récréatives
		Activités maritimes
		L'outil peut être utilisé avec des matrices conchyliques
		L'outil peut être utilisé avec les eaux souterraines
Application globale		L'outil a été employé avec succès dans d'autres parties de l'UE
		L'outil n'a pas été employé avec succès dans d'autres parties de l'UE
		L'outil a été employé avec succès hors de l'UE
		L'outil n'a pas été employé avec succès hors de l'UE

Icon		
Les sources de pollution		L'outil peut aider à déterminer l'impact humain [eaux usées municipales]
		L'outil peut aider à déterminer l'impact agricole [écoulement]
		L'outil peut aider à déterminer l'impact sauvage [des cerfs ect.]
Nature de l'impact		L'impact sur la santé humaine
		L'impact sur la biodiversité
		L'impact sur l'économie
Les considérations financières		Par rapport aux autres approches l'outil coûte très cher
		Par rapport aux autres approches l'outil a un coût moyen
		Par rapport aux autres approches l'outil est bon marché



# Cartographie des Risques de Bassin Versant (CRBV)

### Le contexte

Infection liée aux excréments humains se produit quand un individu sensible ingère une dose infectieuse d'un organisme particulier qui engendre des maladies (agent pathogène), et les maladies peuvent potentiellement être transmises par la consommation d'eau potable, les eaux de baignade ou les crustacés. Il est évidemment préférable de prévenir cet événement que de faire face aux conséquences personnelles et économiques de l'infection humaine. Bien que nous bénéficions d'eau potable bien développée et de technologies pour le traitement des eaux usées dans la Région France (Manche) - Angleterre, les conditions météorologiques changeantes et les utilisations des terres, la demande croissante en eau et le mouvement de la population, tout cela demande que nous développions de meilleures façons de gérer les risques pour la santé humaine associés à nos bassins versants et zones côtières.

Les projets transfrontaliers soutenus par Interreg AquaManche et RiskManche ont favorisé des relations de travail créatives entre les scientifiques et les chercheurs en sciences sociales en Angleterre et en France qui ont conduit à de nouvelles façons imaginatives pour lutter contre ce problème.

### Résumé de l'outil

Cette nouvelle approche de boîte à outils pour la gestion de l'environnement de l'eau a été mise au point afin de minimiser les risques pour la santé associés à l'extraction de l'eau potable, l'utilisation des eaux de baignade et la consommation de crustacés. Elle est très interdisciplinaire dans sa conception et son application, et rassemble des aspects de la modélisation hydrologique (en utilisant la plate-forme ArcSWAT), de nouvelle connaissance et compréhension de l'écologie microbienne (par l'application du Suivi Quantitatif des Sources Microbiennes - SQSM) et de vastes exercices de consultation publique. Ces activités offrent de nouvelles façons de surveiller, de modéliser et, éventuellement, de prévoir l'impact des déchets humains et animaux sur les rivières et les côtes, sous des conditions climatiques variées. L'étude pilote a impliqué une surveillance étendue (sur plusieurs années) de la qualité de l'eau de la rivière Ouse dans le Sussex dans le sud de l'Angleterre. L'ensemble des données résultantes est combiné avec des informations supplémentaires qui décrivent des facteurs environnementaux importants, tels que l'utilisation des terres et les conditions météorologiques changeantes en vue de développer des cartes initiales de risques pour les bassins versants.

### Sommaire des procédures

Il est prévu que l'expertise de la cartographie des risques des bassins versants émergeant des projets AquaManche et RiskManche faciliteront deux formes d'application pratique:

1. Que les leçons apprises au sujet des dynamiques hydrographiques temporelles et spatiales pour la qualité microbienne de l'eau de l'étude pilote de l'Ouse dans le Sussex, puissent être utilisées pour informer la recherche et les décisions futures dans d'autres bassins versants de rivières dans la région transfrontalière.
2. Une production d'outils nouveaux de cartographie de risques pour bassins versants pour des bassins versants spécifiques dans la région transfrontalière en utilisant des protocoles qui seront présentés dans le projet de RiskManche (en développement pour publication en 2015).

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Production de Plans de Gestion de Bassin de Rivière conformément à la Directive-Cadre Européenne sur l'Eau
- Préparation de Profils des Eaux de baignade conformément à la Directive Européenne sur les eaux de baignade
- Production de Plans de sécurité pour l'Eau Potable
- Enquête sur les incidents de pollution de rivière et de côte
- Prévoir l'impact sur la qualité de l'eau des plans de développement rural et urbain

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- les agences de protection de l'environnement
- le gouvernement local
- les sociétés locales de conservation
- les traiteurs d'eau et d'égout

### État de développement

Cartes pilotes de risques pour bassins versants sont actuellement contestées par le travail de groupes interactifs de discussion des parties prenantes locales afin que les connaissances locales essentielles puissent informer les versions finales.

Des protocoles détaillés seront publiés en 2015, mais il est à espérer que l'approche sera encore plus développée et appliquée dans les collaborations transfrontalières futures.

### Besoins futurs en matière de recherche

- La production de coefficients de 'point de mort' pour une gamme de pathogènes d'origine hydrique
- La normalisation des méthodes d'extraction et de concentration pour le composant de la microbiologie de l'eau dans l'outil
- Développement d'un logiciel de modélisation de bassin hydrologique plus approprié aux climats européens
- Intégration de la cartographie des risques des bassins versants avec le processus des procédures quantitatives d'évaluation des risques microbiens afin de produire des outils de gestion des risques pratiques

### Pour toute autre information sur cet outil contactez

**Professor Huw Taylor**  
Université de Brighton  
[h.d.taylor@brighton.ac.uk](mailto:h.d.taylor@brighton.ac.uk)



### Sommaire de la matrice

Les caractéristiques de l'outil		Application globale		
Application				
Matrices environnementales				
Les sources de pollution		Les considérations financières		

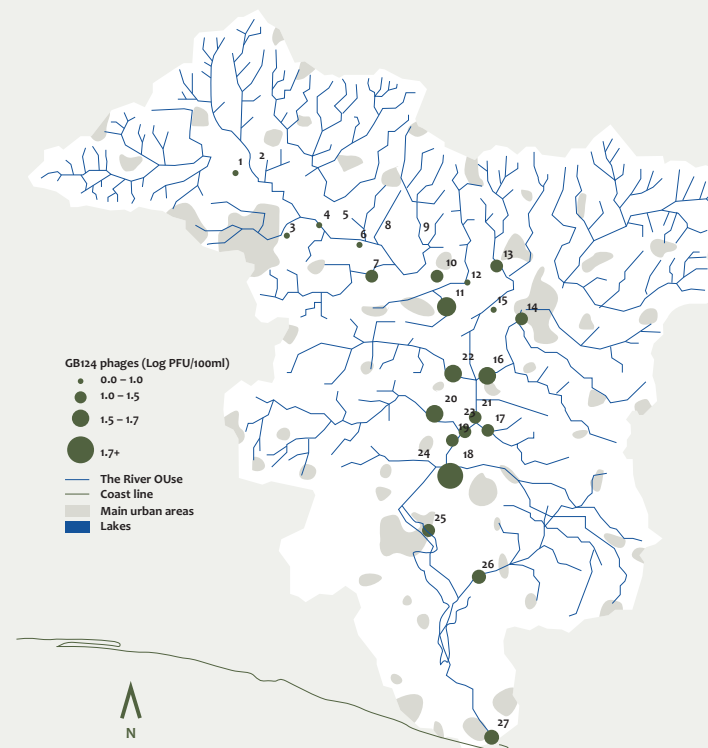


Figure 1: Projets de cartes, comme celui-ci montrant les entrées de matières fécales humaines dans l'Ouse, sont en cours d'être modifiés et améliorés à la suite d'ateliers d'échange de connaissances avec les parties prenantes du cycle de l'eau dans la région



Figure 2: L'équipe de RiskManche soutient les efforts visant à élaborer une approche fondée sur le risque afin de réduire les incidents de maladies liées à l'eau et aux crustacés dans la région France (Manche) Angleterre



## Visualisation des Services d'Ecosystèmes Participatifs (VSEP)

### Le contexte

Notre sol joue un rôle essentiel dans la saisie, le transport et la purification de l'eau. La façon dont la pluie interagit avec le sol est touchée directement par la façon dont nous gérons cette interface. Si nous compactons la terre nous diminuons l'infiltration dans les eaux souterraines, augmentons le ruissellement et augmentons ainsi le transport de tous les polluants. En résumé, la façon dont nous gérons notre sol modifie la qualité et la quantité de l'eau jusqu'à nos rivières et les mers. Les organisations ont souvent des plans environnementaux disjoints et des secteurs opérationnels qui ne sont pas conformes aux limites des bassins versants. Cela signifie que le flux de ressources naturelles par le biais d'un bassin versant est souvent cloisonnée d'une façon sectorielle, spatiale ou temporelle et tombe donc souvent entre les structures de planification. Pour faire tomber ces obstacles nous avons besoin d'un meilleur moyen d'engagement avec les groupes et les organisations qui travaillent dans un bassin versant et d'interpréter ce qu'ils veulent d'une manière qui communique leurs besoins à d'autres besoins complémentaires ou contradictoires.

### Résumé de l'outil

L'outil de Visualisation des Services d'Ecosystèmes Participatifs (VSEP), a été développé pour le pilote d'approche basée sur le bassin versant de Tamar, au sud-ouest de l'Angleterre, et a été construit sur le travail antérieur sur la Tamar supérieure documenté par Smith et al. (2011) et a été financé par le projet EAU, sélectionné par le programme INTERREG IVA Angleterre (Manche) France. La VSEP permet une visualisation dirigée par les parties prenantes des services d'écosystèmes approvisionnant des zones à travers le paysage du bassin versant. Une fois que la preuve a été évaluée, le partenariat fonctionne alors à développer une série de modèles conceptuels ou «règles», qui peuvent être utilisées pour définir les zones du bassin versant les plus susceptibles de jouer un rôle crucial dans la fourniture des différents services d'écosystèmes seuls ou en combinaison. Ces zones prioritaires sont des endroits où un programme de mesures peut réaliser la plus grande amélioration dans la fourniture de services d'écosystèmes multiples. Fondamentalement, cette approche est une visualisation des données et un processus d'exploration de preuves.

## Visualisation des Services d'Ecosystèmes Participatifs (VSEP)

### Sommaire des procédures

Les Cartes de services d'écosystèmes sont construites sur un audit complet des données environnementales et des preuves disponibles pour le bassin versant, mais elles donnent aussi une indication claire de quelles interventions sont déjà livrées dans le bassin versant, la façon dont elles sont financées et où il peut y avoir des lacunes à cette provision qui compromet l'amélioration de la prestation des services d'écosystèmes. En démontrant quelles zones du bassin versant peuvent être importantes pour la fourniture de services d'écosystèmes, les cartes des services d'écosystèmes individuelles et la carte combinée de zones multifonctionnelles peuvent ensuite être utilisées pour faciliter le ciblage, la planification et l'exécution des interventions de gestion des bassins versants dans la manière la plus intégrée, équilibrée et rentable.

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Impliquer les parties prenantes déjà désengagées par la planification de bassin versant actif
- Soutenir les acteurs locaux afin d'articuler ce qu'ils obtiennent de leur bassin versant.
- Permettre la communication aux fournisseurs au sein d'un bassin versant quelles mesures nécessaires ils ont besoin de procurer
- Identifier les priorités de financement et permettre l'intégration des ressources
- Faciliter la cohérence d'approche régionale et nationale d'un mouvement largement à l'envers

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Des partenariats de bassins versants locaux, y compris les sociétés d'eau, les ONG environnementales, les agriculteurs et les propriétaires, les organismes publics
- Les groupes gouvernementaux nationaux qui s'intéressent à une approche cohérente tout en facilitant encore une approche ascendante pour la gestion des bassins versants
- Universitaires s'intéressant à la gouvernance décentralisée des ressources partagées

### État de développement

En raison de l'approche fondée sur le bassin versant cet outil est maintenant entièrement développé et a été écrit dans un manuel complet, ainsi que d'être testé avec succès dans plusieurs bassins versants du Royaume-Uni. Il est possible d'utiliser l'outil dans d'autres pays de l'UE ainsi que des partenariats de bassins versants à travers le monde pour améliorer son développement et une plus grande simplification.

### Besoins futurs en matière de recherche

Alors que cet outil était un produit du projet EAU et son développement a impliqué plusieurs partenaires européens, il n'a pas été complètement mis à l'essai dans les pays autres que le Royaume-Uni et dans une certaine mesure en France. Des recherches sont nécessaires pour montrer l'applicabilité dans d'autres pays et cultures.

### Pour toute autre information sur cet outil contactez

#### Dr Laurence Couldrick

Directeur du Développement et Politique  
Westcountry Rivers Trust

[Laurence@wrt.org.uk](mailto:Laurence@wrt.org.uk)

+44 (0) 1579 372140

# Visualisation des Services d'Ecosystèmes Participatifs (VSEP)

## Sommaire de la matrice

### Les caractéristiques de l'outil



### Application



### Application globale

### Matrices environnementales



### Les sources de pollution



### Les considérations financières

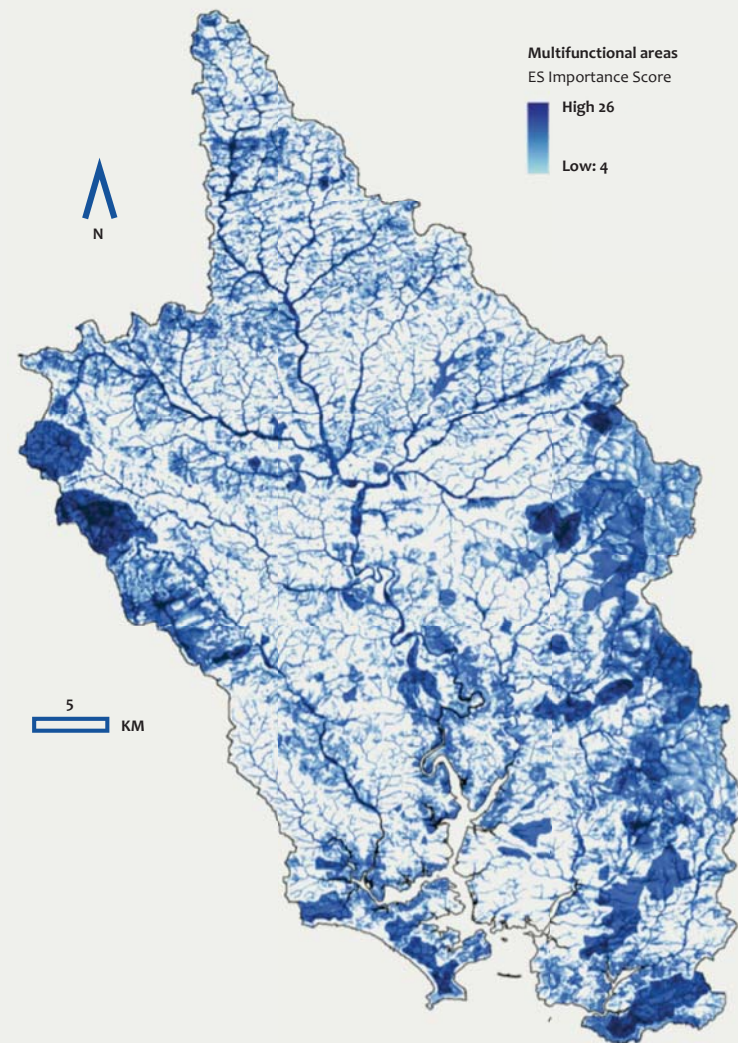


Image 1 - Zones multifonctionnelles qui fournissent des services d'écosystèmes multiples pour toute la rivière Tamar permettant aux parties prenantes de comprendre où il peut y avoir des intérêts complémentaires ou contradictoires.



**Evaluation de la  
perturbation endocrinienne  
en milieu dulcicole**

---

### Le contexte

De nombreuses substances chimiques artificielles ou naturelles présentes dans l'environnement sont capables de perturber le système endocrinien des organismes exposés en interférant avec leur fonction endocrine normale. Ces perturbateurs endocriniens sont drainés dans les bassins versants et des altérations du système reproducteur ont été signalées chez de nombreuses espèces de poissons d'eau douce dans le monde entier. Les impacts souvent constatés sont importants et incluent des taux hormonaux anormaux, une capacité de résistance immunitaire diminuée, un succès de reproduction réduit, une fonction neuroendocrine altérée, l'apparition d'ovocytes dans les testicules des poissons mâles et une croissance anormale des testicules et des ovaires.

Une des actions menées dans le cadre du programme Interreg DIESE a consisté à mieux comprendre et évaluer l'impact des perturbateurs endocriniens dans les milieux aquatiques de la zone Transmanche.

### Résumé de l'outil

La boîte à outils utilisée lors du programme DIESE comprend des méthodologies variées combinant approches moléculaires, biochimiques et histologiques. La plupart d'entre elles ont été éprouvées dans le cadre d'études environnementales depuis de nombreuses années et les procédures d'échantillonnage, les protocoles techniques et les analyses de données sont parfaitement codifiés. Par ailleurs, de nouvelles approches méthodologiques ont également été explorées au cours du programme DIESE dans le but de mieux appréhender les actions et effets des perturbateurs endocriniens.

## Evaluation de la perturbation endocrinienne en milieu dulcicole

### Sommaire des procédures

Il est envisagé que l'expertise développée en matière d'impact des perturbateurs endocriniens par les différents partenaires du programme Interreg DIESE puisse permettre d'effectuer un suivi spatio-temporel de la qualité des eaux dulcicoles et ainsi aider les décideurs dans les processus de gestion.

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Estimation et suivi dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'eau ;
- Investigations sur la qualité des milieux aquatiques ;
- Investigations sur des incidents de pollution.

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Agences environnementales ;
- Opérateurs impliqués dans le suivi de la qualité de l'eau ;
- Instances et décideurs locaux ;
- Sociétés de conservation naturelle locales ;
- Acteurs de l'aquaculture et de la pêche.

### Etat de développement

La plupart des méthodologies (histologie, biochimie, biologie moléculaire) employées dans cette boîte à outils ont été appliquées avec succès depuis de nombreuses années chez les poissons. Un effort de recherche a été initié chez d'autres espèces bioindicatrices en milieu dulcicole. Les mécanismes d'action des perturbateurs endocriniens sur d'autres processus que la reproduction doivent être explorés afin de mieux prendre en compte l'impact de ces composés sur la faune dulcicole.

### Besoins futurs en matière de recherche

- Meilleure compréhension de certains processus moléculaires et physiopathologiques liés à la perturbation endocrinienne ;
- Meilleure compréhension des effets des perturbateurs endocriniens sur le développement et sur l'immunité chez les poissons ;
- Développement des méthodologies chez des espèces de plus bas niveau trophique comme les mollusques et les crustacés ;
- Méthodes permettant l'optimisation (diminution) des prélèvements des espèces bioindicatrices dans le milieu ;
- Intégration dans un Système d'Information Géographique performant. L'expertise acquise dans ce domaine par d'autres partenaires du Cluster 3C pourra s'avérer précieuse.

### Pour toute autre information sur l'outil contactez

**Professors Jean-Michel Danger**  
à l'Université du Havre  
[dangerj@univ-lehavre.fr](mailto:dangerj@univ-lehavre.fr)

**Christophe Minier**  
à l'ONEMA  
[minier@onema.fr](mailto:minier@onema.fr)



## Sommaire de la matrice

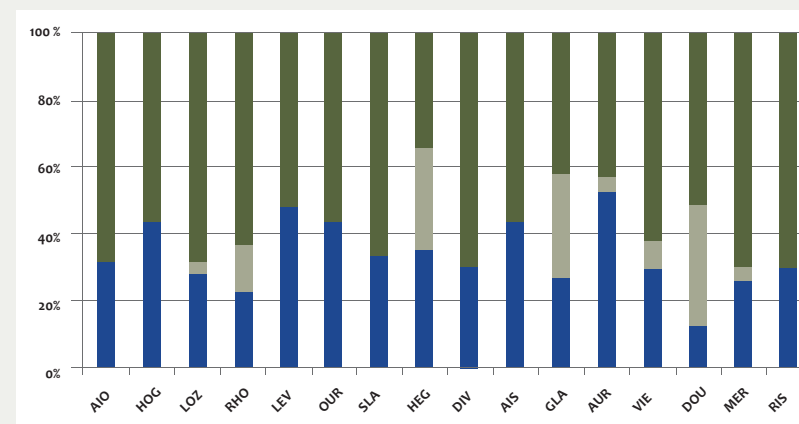


Figure 1 : Proportion relative des sexes identifiés (mâles en bleu et femelles en cyan), dont les poissons intersexués (en jaune), dans les échantillons de différents cours d'eau.

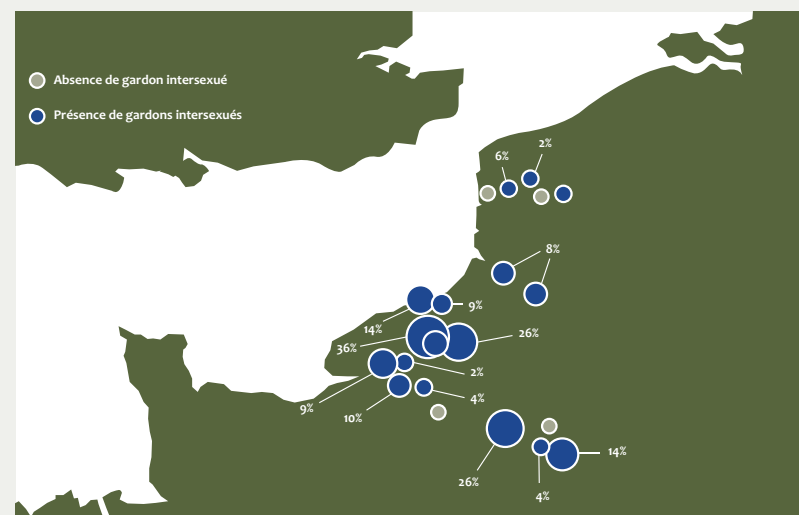


Figure 2 : Cartographie de l'incidence de gardons intersexués (2000-2010).



**Méthodes pour la mesure  
de l'activité œstrogénique et  
anti-androgénique dans des  
échantillons environnementaux**

### Le contexte

Certains contaminants de l'environnement sont connus pour perturber le développement sexuel et le système endocrinien de la faune aquatique, en agissant comme des oestrogènes ou anti-androgènes ainsi bloquant l'action des hormones androgènes. Par exemple, en Europe les populations de poissons et de mollusques intersexués ont été observées et ceux-ci peuvent survenir à la suite de l'exposition à de produits chimiques perturbateurs endocriniens. Souvent, cependant, la nature des contaminants chimiques responsables de l'intersexualité est inconnue. Le projet DIESE (Détermination d'indicateurs pertinents pour la surveillance environnementale; une stratégie pour l'Europe), inclus une collaboration entre Royaume-Uni et les participants français à développer un outil d'analyse pour détecter les perturbateurs endocriniens dans les environnements côtiers et d'eau douce. Dans le cadre de ce projet, les partenaires ont suivi les activités anti-androgènes et oestrogènes dans les sédiments d'eaux douces et côtiers et identifié les principaux contaminants chimiques responsables de ces activités.

### Résumé de l'outil

L'outil permet une évaluation rapide des niveaux des perturbateurs endocriniens dans les eaux de surface, les sédiments ou les tissus de la faune. Il utilise également des techniques de profilage chimiques afin d'identifier les principaux contaminants qui contribuent à perturber le système endocrinien. Il s'agit d'une technique inestimable pour identifier les nouveaux contaminants dans les milieux aquatiques.

## Méthodes pour la mesure de l'activité oestrogénique et anti-androgénique dans des échantillons environnementaux

### Sommaire des procédures

L'outil comprend des méthodes d'échantillonnage passif pour séquestrer rapidement les perturbateurs endocriniens dans les eaux de surface, et les méthodes d'extraction par solvant pour extraire efficacement les contaminants d'une variété d'échantillons environnementaux, y compris les sédiments. Les extraits peuvent être criblés pour une activité oestrogénique ou anti-androgène en utilisant une variété de levure ou des dosages à base de cellules de mammifères. Fractionnement et méthodes analytiques de chimie sont utilisées pour identifier les contaminants chimiques clés responsables de l'activité oestrogénique ou anti-androgène. Les niveaux de ces composés peuvent être quantifiés dans des échantillons pour évaluer le risque potentiel pour la santé de la faune.

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- la surveillance du bassin versant des eaux de surface et la conformité avec la Directive-Cadre Européenne sur l'Eau.
- la surveillance côtières des eaux de surface et des sédiments.
- Identification de contaminants nouveaux et émergents pour la considération de l'amélioration de la législation et de la politique de protection de la santé de la faune.
- Surveillance et évaluation de l'amélioration des procédés de traitement des eaux usées.

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Agences chargées de l'environnement.
- Entreprises de traitement de l'eau.
- Organes législatifs locaux et européens.
- Sociétés de Conservation et le public en général.

### État de développement

La méthodologie a été développée pour les eaux de surface et les sédiments et publiée en 2014. En collaboration avec des partenaires transmanche, l'outil a été appliqué à des sédiments côtiers et des bassins versant d'essai et les résultats seront publiés en 2015. D'autres améliorations dans un débit élevé et dépistage holistique d'une grande variété de contaminants chimiques dans les eaux et les sédiments sont en cours.

### Besoins futurs en matière de recherche

- Les méthodes rentables et d'échantillonnage passif miniaturisé doivent être conçu pour le prélèvement des herbicides, des pesticides, des composés industriels et les produits pharmaceutiques de manière holistique afin d'identifier les sources de pollution et de surveiller les mesures de remédiation.
- Criblage en haut débit chimique d'extraits d'échantillonneurs sera utilisé pour analyser rapidement des mélanges de contaminants et identifier les substances chimiques préoccupantes.
- Ces méthodes seront développées et testées dans une variété de milieux aquatiques avec des partenaires transmanche.
- Leur utilisation sera évaluée pour l'intégration avec les procédures actuelles d'évaluation de risques.

### Pour toute autre information sur cet outil contactez

Professeur Elizabeth M Hill  
e.m.hill@sussex.ac.uk

# Méthodes pour la mesure de l'activité œstrogénique et anti-androgénique dans des échantillons environnementaux

## Sommaire de la matrice

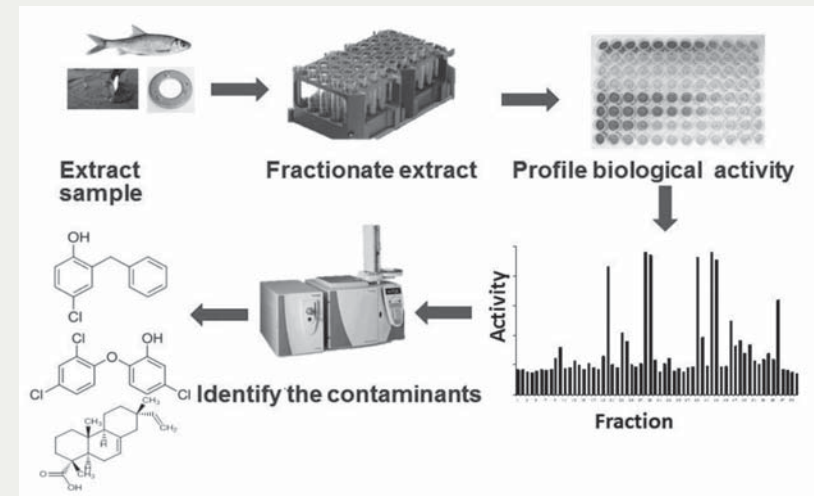
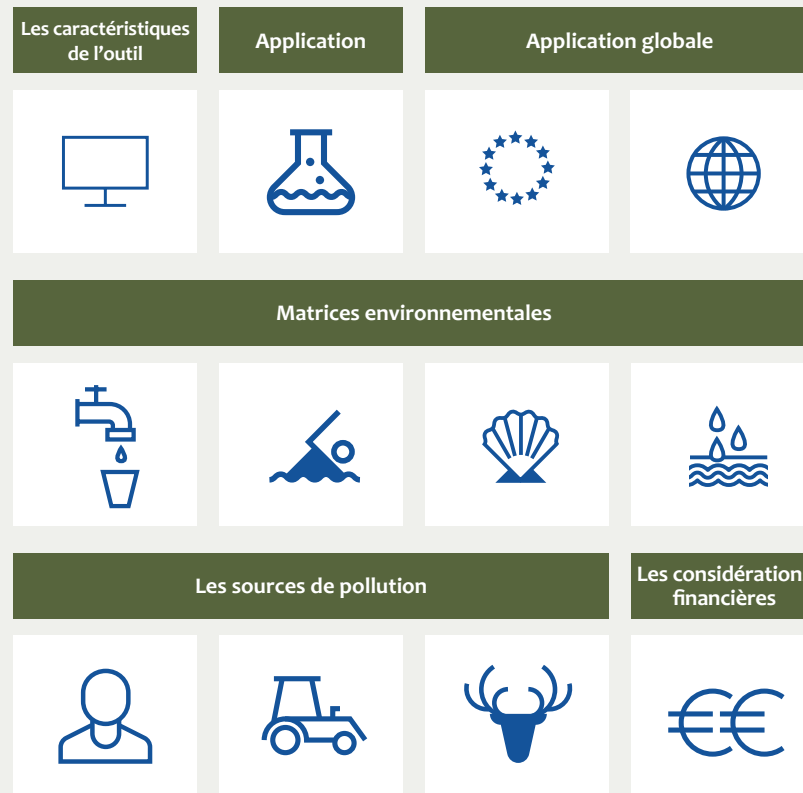


Figure 1. Méthodes d'identification biologiquement active des contaminants, y compris les perturbateurs endocriniens, dans des échantillons environnementaux.

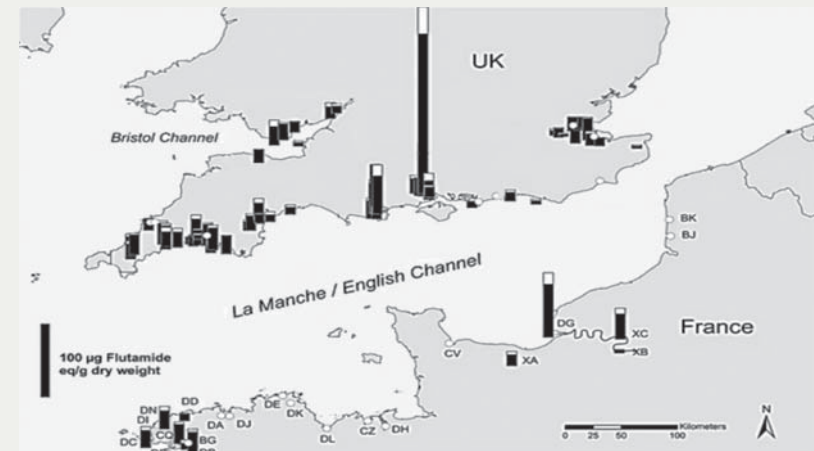


Figure 2. Cartographie des activités anti-androgènes de sédiments côtiers dans la Région de la Manche.

# CLIMAWAT

Interreg IVa



Datation des  
eaux souterraines

### Le contexte

Les eaux souterraines sont un réservoir majeur contribuant au débit des rivières (elles peuvent représenter jusqu'à 80% de ce dernier). Elles jouent également un rôle de tampon et de retard dans le transfert des pollutions. C'est pourquoi la connaissance des temps de résidence (ou « âge » de l'eau) dans ce compartiment souterrain est essentiel à la gestion du bassin versant de façon à pouvoir estimer par exemple, le délai de reconquête du bon état écologique. La méthode de datation par analyse des CFC et du SF6 développée depuis 2005 en Bretagne dans le cadre de la gestion des pollutions diffuses, a été appliquée avec succès au cours du projet européen CLIMAWAT sur un bassin versant britannique crayeux où existe une recharge artificielle.

### Résumé de l'outil

La détermination des temps de résidence des eaux souterraines se base sur l'analyse de composés atmosphériques anthropiques : les CFC (chlorofluorocarbones) et le SF6 (hexafluorure de soufre). Ces composés utilisés comme réfrigérants, solvants, extenseurs de mousse... ce sont accumulés dans l'atmosphère au fil des années (figure). L'eau qui s'infiltré dans le milieu souterrain est à l'équilibre avec les gaz de l'atmosphère et elle conserve cette signature tout au long de son séjour dans le compartiment souterrain. La concentration en gaz de l'eau souterraine est donc directement proportionnelle à la période où l'eau s'est infiltrée. La connaissance de temps de résidence (ou de la distribution des temps de résidence) dans le compartiment souterrain permet de réaliser des hypothèses sur la dynamique des masses d'eau face à un changement (qu'il soit naturel ou anthropique) : c'est un véritable outil de gestion durable.

## Datation des eaux souterraines

### Sommaire des procédures

L'eau est prélevée au niveau de sources, de forage d'adduction en eau potable ou de forage privé en évitant le contact avec l'atmosphère (figure). Le prélèvement en rivière est faisable mais demande l'installation de mini-forages. Les échantillons sont ensuite analysés en chromatographie en phase gazeuse au sein de la plateforme CONDATE Eau de l'Observatoire des sciences de l'univers de Rennes. Leurs concentrations en CFC et SF6 sont ensuite comparées aux courbes atmosphériques de façon à déterminer la ou les périodes de recharge. La connaissance du contexte hydrogéologique permet ensuite de mieux comprendre la dynamique de la masse d'eau souterraine et va donner des éléments de réponse en termes d'inertie ou de vulnérabilité des eaux aux changements. La datation permet également d'apporter des contraintes temporelles aux modèles numériques.

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Outil d'aide à l'estimation du délai pour le retour au bon état écologique en réponse à la Directive Cadre Eau
- Meilleure connaissance de la dynamique des masses d'eau et de sa variation: y-a-t-il surexploitation ?
- Calage en temps des modèles numériques

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Collectivités locales (syndicats des eaux)
- Entreprises de gestion et de distribution de l'eau potable
- Etat, agence de l'eau, régions, départements
- Recherche

### Etat de développement

La méthodologie est mise en place depuis 2005 à l'Université de Rennes (et depuis les années 90 aux Etats Unis). Depuis elle a été validée dans de multiples environnements y compris dans l'aquifère de la craie en Grande Bretagne au travers du projet CLIMAWAT (Ayraud et al, 2006 ; Aquilina et al, 2012). Des recherches sont actuellement en cours pour développer de nouveaux traceurs ou méthodologies soit pour des temps plus longs (milliers d'années) ou au contraire sur des temps plus courts de l'ordre de la journée au mois (traçages).

### Besoins de recherche dans l'avenir

- Nouveaux traceurs sur la période 100-2000 ans
- Traçage et suivi en continu des circulations

### Pour toute autre information sur cet outil contactez

**Virginia Vergnaud**

[osur-datation@univ-rennes1.fr](mailto:osur-datation@univ-rennes1.fr)

**Luc Aquilina**

[luc.aquilina@univ-rennes1.fr](mailto:luc.aquilina@univ-rennes1.fr)

**Thierry Labasque**

[thierry.labasque@univ-rennes1.fr](mailto:thierry.labasque@univ-rennes1.fr)



Sommaire de la matrice

Application globale



Application



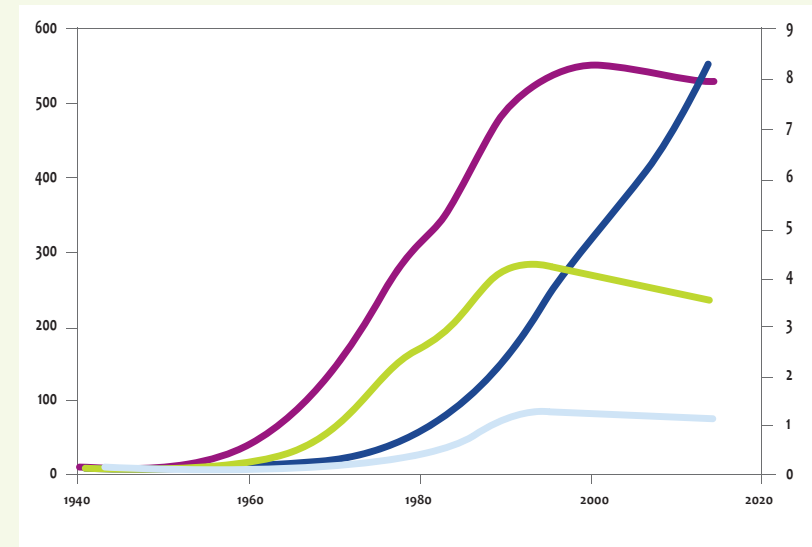
Matrices environnementales



Les sources de pollution



Les considérations  
financières



Courbes des teneurs atmosphériques en CFC et SF6 (source NOAA-AFEAS – USGS)

# CLIMAWAT

Interreg IVa



Mesure distribuée  
de la température par  
fibre optique

### Le contexte

La mesure distribuée de température par fibre optique (FO-DTS) a été développée depuis une vingtaine d'années pour des applications industrielles (barrages, puits pétrolier, oléoducs etc... ). Depuis 2006, cet outil est utilisé pour différentes applications environnementales, que ce soit pour mesurer la température des cours d'eau ou bien pour caractériser les échanges nappe-rivière. Toutefois, les applications hydrogéologiques restaient très peu nombreuses. Dans le cadre du projet CLIMA-WAT, cette technologie a été adaptée à des études hydrogéologiques pour i) tester l'intérêt de l'outil pour caractériser les écoulements en milieu hétérogène [Read et al., 2013] et ii) quantifier les écoulements en forage à l'aide d'un câble de fibre optique chauffé [Read et al., 2014].

### Résumé de l'outil

La mesure de température distribuée par fibre optique (FO-DTS) est basée sur l'analyse de la propagation de la lumière dans une fibre de verre. Un signal laser, régulièrement émis, va se propager le long de la fibre et interagir avec les atomes de silice. Grâce à un spectro-photomètre, la lumière rétro-diffusée est analysée afin de déduire la température au point d'émission. Le grand intérêt de cet outil est de pouvoir mesurer la température le long de grandes distances (quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres) avec une excellente résolution spatiale (de 25 centimètres au mètre) et temporelle (d'une seconde à l'heure selon les applications). La précision de l'outil dépend du temps d'intégration des mesures, mais atteint en pratique 0,1 °C. Une nouvelle application que nous avons développée consiste à quantifier les écoulements d'eau à l'aide d'un câble de fibre optique chauffé sur un principe analogue à celui du fil chaud.

## Mesure distribuée de la température par fibre optique

### Sommaire des procédures

L'outil peut être utilisé dans des eaux douces ou marines, dans l'atmosphère ou dans le milieu souterrain. Les câbles de fibre optique sont déployés dans le milieu où la température doit être mesurée: sol, rivière, forage... Afin d'améliorer la qualité des mesures, il peut être utile voire fortement recommandé selon les applications d'utiliser des bacs de calibration où la température est mesurée indépendamment. Le temps d'intégration et la procédure de mesure sont fixés selon le dispositif (nombre de canaux, longueur de câble).

Pour la détermination des vitesses d'écoulement en forage, c'est la différence de température entre un câble de référence et un câble chauffé qui permet de déduire la vitesse d'écoulement. Pour cela, il est nécessaire d'avoir effectué au préalable une calibration de la méthode car la différence de température dépend des câbles utilisés. Pour chauffer un câble de fibre optique, il est nécessaire d'utiliser des câbles renforcés (cuivre ou acier) dans lesquels on fait passer un courant électrique.

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Mesures distribuées de température en rivière ou en forage
- Meilleure connaissance des échanges nappes/rivières, caractérisation de la zone hyporhéique
- Localisation des écoulements et mesure des flux en forage (gestion des ressources en eau souterraine et géothermie)
- Identification des relations terre/mer : visualisation et quantification des échanges d'eau

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Bureau d'études en environnement et géothermie
- Etat, agence de l'eau, régions, départements, syndicats de bassins versants
- Universités, centres de recherche et laboratoires publics

### State of development

La mesure distribuée de température par fibre optique en rivière est désormais validée par de nombreuses études scientifiques depuis presque 10 ans. Le projet européen CLIMAWAT a permis de montrer l'intérêt de l'outil pour les eaux souterraines (Read et al, 2013 ; Read et al., 2014). Il s'agit pratiquement des premières publications dans ce domaine. La quantification des flux reste encore à développer et à valider en différents contextes et si possible pour différentes applications environnementales.

### Besoins futurs en matière de recherche

Les besoins de recherche portent sur des améliorations techniques de l'outil, le développement de nouvelles méthodes de mesure ainsi que de nouvelles applications.

- D'un point de vue technique, il serait utile de développer des unités de mesure qui soient encore plus autonomes sur le terrain, avec une meilleure précision de la mesure, et plus polyvalentes (gamme de mesure étendues).
- les développements méthodologiques concernent surtout le développement de la méthode de mesure des flux en utilisant un câble chauffé. C'est une nouvelle méthode très prometteuse en hydrogéologie, mais aussi dans d'autres domaines de l'hydrologie pour lesquels il est nécessaire d'investiguer les limites de la méthode et de l'améliorer le cas échéant.
- Les applications environnementales de la fibre optique restent encore partiellement inexplorées et d'autres utilisations de l'outil seront sans doute proposées dans les prochaines années, notamment concernant les écoulements dans le milieu non-saturé.

Pour améliorer cet outil, la collaboration transfrontalière est essentielle. La principale innovation effectuée porte sur le développement d'une nouvelle méthode permettant de quantifier les écoulements en forage (Read et al., 2014). Cette innovation n'a été possible que grâce à une collaboration entre les universités East Anglia et de Rennes au sein du projet Climawat. Cette innovation est issue des compétences complémentaires entre nos universités.

### For further information on this tool contact

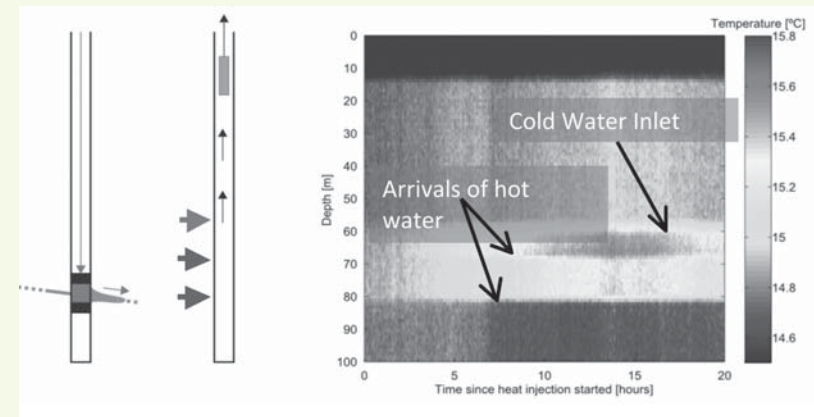
Contact Olivier Bour  
[olivier.bour@univ-rennes1.fr](mailto:olivier.bour@univ-rennes1.fr)

Tanguy Le Borgne  
[tanguy.le-borgne@univ-rennes1.fr](mailto:tanguy.le-borgne@univ-rennes1.fr)

# Mesure distribuée de la température par fibre optique

## Sommaire de la matrice

Les caractéristiques de l'outil	Application globale		
			
Application			
			
Matrices environnementales		Les considérations financières	
			



Résultat d'un test de traçage à la chaleur : on distingue clairement sur le graphe de droite les fractures connectées au forage d'injection (arrivées d'eau chaude) et celle qui est déconnectée (eau froide). Le grand intérêt de la fibre optique est de fournir l'évolution de la température au cours du temps sur de grandes longueurs (ici, la totalité du forage).



## **Index de Réaction de Biomarqueur (IRB)**

### Le contexte

Les techniques pour évaluer la qualité de l'environnement ont tendance à se concentrer sur les impacts sur la biodiversité, avec différents indices pour indiquer ces impacts. Ces impacts au niveau écologique traitent des facteurs tels que la présence, l'absence ou l'abondance des espèces. En termes de surveillance de l'environnement, les réponses au niveau des espèces sous entendent la dégradation de la qualité de l'eau et ne sont pas des indicateurs d'alerte précoce de la santé de l'écosystème. La surveillance des effets biologiques évaluant les réactions biologiques ou points de terminaison du biote sont utilisés comme indicateurs d'alerte pour indiquer la toxicité et de l'exposition aux contaminants. Les points de terminaison biologiques, appelés biomarqueurs, ont été préconisés comme des outils importants pour évaluer la santé générale des organismes. Biomarqueurs définissent comme des mesures fonctionnelles de l'exposition aux facteurs de stress et leurs effets qui sont évalués à différents niveaux hiérarchiques de l'organisation biologique, du niveau moléculaire, jusqu'au niveau cellulaire, physiologique et au niveau de l'organisme entier. Lorsque Les biomarqueurs sont utilisés en conjonction avec des mesures au niveau des espèces, telle que la biodiversité, une telle évaluation holistique peut fournir une approche écosystémique à la surveillance de l'environnement.

Les projets soutenus par Interreg, les projets Chronexpo et 3C ont permis la recherche interdisciplinaire dans la région de la Manche et ont donné des aperçus dans des mécanismes de l'exposition chronique aux contaminants ainsi que la compilation de tels outils pour évaluer la pollution en milieu aquatique.

### Résumé de l'outil

L'Indice de Réaction des Biomarqueurs (IRB) a été développé pour fournir une mesure relative de la santé générale des organismes aquatiques. L'indice intègre les divers biomarqueurs (réactions biologiques) mesurés à différents niveaux hiérarchiques de l'organisation biologique. Lorsque mis en œuvre dans des programmes de surveillance de l'environnement, le IRB fournit une évaluation holistique des plans d'eau, sur la base des organismes qui vivent dans l'habitat particulier, et peut donc être utilisé comme un indicateur supplémentaire de la qualité environnementale en vertu de la Directive-Cadre Européenne sur l'Eau (DCE-UE) (2000 / 60 / CE). Le IRB a été validé et mis en œuvre pour indiquer la qualité de l'eau dans les différents Sites Marins Européens (SME) et plusieurs Zones Spéciales de Conservation (ZSC).





## Index de Réaction de Biomarqueur (IRB)

### Sommaire des procédures

L'Indice de Réaction des Biomarqueurs (IRB) fournit une mesure intégrée pour désigner l'état de la qualité de l'environnement sur la base de la série de biomarqueurs utilisés. L'indice est basé sur les réactions précédemment évaluées et validées dans des conditions à la fois en laboratoire et sur le terrain. Les biomarqueurs sont également pondérés en fonction du niveau d'organisation biologique; points de terminaison physiologiques ont été pondérés comme 3, cellulaire comme 2 et moléculaire comme 1, comme il est supposé que la modification au niveau physiologique aura un plus grand impact sur la santé des organismes que des changements au niveau moléculaire. La valeur finale IRB a été ensuite calculée en utilisant l'équation suivante pour fournir une valeur IRB entre 1 et 4, comme illustré ci-dessous:

$$\text{Indice de Réaction des Biomarqueurs} = \frac{\sum (\text{rang biomarqueurs}_1 \times \text{poids biomarqueur}_1) + \sum (\text{rang biomarqueurs}_2 \times \text{poids biomarqueur}_2)_n}{\sum (\text{poids biomarqueur}_1) + \sum (\text{poids biomarqueur}_2)_n}$$

Le classement de l'indice varie en allant de l'absence ou une légère altération des réactions normales (3,01 à 4,0), à une altération modérée de la ligne de base (2,76 à 3,00), à une altération sévère (0 - 2,5), suivant les catégories identifiées dans la Directive-Cadre sur l'Eau pour l'évaluation écologique et chimique, donc, une valeur du IRB inférieure indiquant une réaction plus préjudiciable; pour une classification complète, voir le tableau 1 ci-dessous.

Indice de Réaction des Biomarqueurs (IRB)	Statut biologique et code - couleur de feu de circulation schème
0 - 2.5	Altération sévère par rapport aux réactions normales / de ligne de base 
2.76 - 3.00	Altération modérée par rapport aux réactions normales / de ligne de base 
2.51 - 2.75	Modification importante par rapport aux réactions normales / de ligne de base 
3.01 - 4.00	Aucune ou légère altération par rapport aux réactions normales / de ligne de base 

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Offre une mesure de santé de l'organisme qui peut être utilisée dans les programmes de surveillance de l'environnement en vertu de la Directive-Cadre Européenne sur l'Eau
- Fournit un outil supplémentaire pour définir le calcul du risque dans les plans d'eau de transition qui doit assurer un «Bon Etat Ecologique - BEE» en vertu de la Directive-Cadre Européenne sur l'Eau
- Enquête des incidents de pollution fluviale et côtière
- Prévion et impacts sur la qualité de l'eau des développements sous les Evaluations d'Impact Environnemental

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Organismes de protection de l'environnement
- Les groupes ou sociétés de conservation
- Groupes de parties prenantes

### État de développement

Des analyses détaillées ont été utilisées pour à la fois les Sites Marins et les Zones Spéciales de conservation (ZSC) au Royaume-Uni, ainsi que des examens de laboratoire sur les mécanismes de toxicité induite par des contaminants (Dallas et al. 2013) cependant, il est à espérer que l'approche sera davantage développée et appliquée dans de futures collaborations transfrontalières et interdisciplinaires.

### Références

- Dallas, L. J. (2013). Une évaluation écotoxicologique des effets de l'exposition chronique aux métaux et des radionucléides sur les moules marines: concernant la génotoxicité des effets moléculaires et au niveau de l'organisme : pour en savoir plus voir : <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.588585#sthash.SN7WJAhH.dpuf>
- Dallas, L. J., Bean, T., Turner, A., Lyon, B. P., Jai, A. N. (2013). Les dommages oxydatifs de l'ADN ne peut pas servir de médiateur à la génotoxicité induite par NI dans les moules marines: l'évaluation de biomarqueurs de génotoxicité et les réactions de transcription de gènes de stress clés. Recherche de Mutation 754, 22-32.
- Hagger, J. A., Jones, M. B., Lowe, D., Leonard, D. R. P., Owen, R., & Galloway, T. S. (2008). Application des biomarqueurs pour améliorer évaluations des risques des produits chimiques en vertu de la Directive-Cadre sur l'Eau : une étude de cas. La pollution marine Bulletin, 56(6), 1111-1118.



## Sommaire de la matrice



## Besoins futurs en matière de recherche

- Poursuite de la validation de la recherche de biomarqueurs est nécessaire dans le laboratoire avec l'exposition des produits chimiques standards de modes d'action connus
- Poursuite de la validation des biomarqueurs est nécessaire sur le terrain sur des échelles spatiales et régions de contamination variantes
- Poursuite de la validation des biomarqueurs est nécessaire sur le terrain sur des échelles temporelles variables dans des espèces de bioindicateurs clés diverses pour mettre en évidence les effets des contaminants dans diverses matrices, par exemple, organismes benthiques dans les sédiments, les organismes pélagiques, etc
- Pour atteindre pleinement une approche écosystémique de surveillance de l'environnement, d'autres recherches sont nécessaires avec les indices de biodiversité pour lier les effets du niveau de la population et de la communauté

## Pour toute autre information sur cet outil contactez

Prof. Awadhesh Jha  
[a.jha@plymouth.ac.uk](mailto:a.jha@plymouth.ac.uk)

Dr Awantha Dissanayake  
[awantha.dissanayake@plymouth.ac.uk](mailto:awantha.dissanayake@plymouth.ac.uk)



**Intersexualité des  
Scrobicularia plana comme un  
biomonitor de perturbation  
endocrinienne dans  
les estuaires**

## Intersexualité des *Scrobicularia plana* comme un biomoniteur de perturbation endocrinienne dans les estuaires

COMPENDIUM  
D'OUTILS

### Le contexte

Le système endocrinien est responsable du développement, la croissance et la reproduction normale chez les vertébrés et les organismes supérieurs. Certaines documentations sur les poissons d'eau douce et d'autres vertébrés aquatiques ont prouvé que le fonctionnement normal du système endocrinien peut être perturbé par de très faibles concentrations de produits chimiques perturbateurs endocriniens (PCPE), y compris les hormones naturelles et synthétiques, les alkylphénols, certains métaux et d'autres composés.

L'évaluation des poissons d'eau douce s'est avérée une technique utile pour surveiller les effets des Perturbateurs Endocriniens (PE) dans les rivières et les plans d'eau douce, mais jusqu'à maintenant, il y a eu que quelques indicateurs biologiques fiables dans les systèmes estuariens. En outre, il y a la pression de la part de l'Organisation pour la Coopération et du Développement Economiques (OCDE) pour développer des alternatives non vertébrées pour la surveillance biologique. Comme les formes invertébrées constituent plus de 95% des espèces connues, et que les mollusques ont déjà prouvé leur utilité dans d'autres études de bio surveillance (imposex et contamination par le TBT dans les pourpres) le phénomène de l'intersexualité des milieux palourdes estuariennes, *Scrobicularia plana* a été proposée comme un indicateur biologique des PE dans les estuaires.

### Résumé de l'outil

Utiliser *Scrobicularia Plana* pour évaluer les effets potentiels de perturbation endocrinienne a été développée et appliquée au sein de la région de la Manche pour jauger l'étendue géographique et la gravité de l'impact. C'est particulièrement pertinent en raison du fait que de nombreux PE sont séquestrés et concentrés dans les sédiments. *Scrobicularia Plana* est une palourde commune s'alimentant de dépôt et est donc idéale comme un indicateur de la contamination des sédiments.

Dans la pratique, des *Scrobicularia Plana* adultes indigènes (n = 30 individus, ~ 40 mm de long) sont collectées à partir de vasières estuariennes pendant la maturation la plus élevée (juillet à début août). Ces palourdes sont disséquées pour prélever des échantillons de gonades qui sont observées sous un microscope optique à une multiplication par 100 dans une préparation fraîche simple. L'état sexuel (mâle, femelle ou intersexuel) de chaque individu est établi, plus s'il en ait les caractéristiques inhabituelles comme le parasitisme. Tous les individus intersexués sont notés sur un indice de gravité et leur pourcentage et le rapport entre sexes de l'échantillon sont également enregistrés.

## Intersexualité des *Scrobicularia plana* comme un biomonitor de perturbation endocrinienne dans les estuaires

### Sommaire des procédures

Le développement et l'application de l'outil *Scrobicularia Plana* au sein du projet DIESE ont donné lieu à une évaluation de plus de 100 sites dans la région de la Manche montrant que plus de 58% des populations de palourdes comprenait des individus intersexués. Cette étude a mise en évidence les zones où l'intersexualité est très répandue et aussi les endroits où l'incidence et / ou la gravité sont élevées. Ces données ont été cartographiées pour permettre une interprétation déjà préparée des résultats et une comparaison future avec les données de bassins versants pertinents (par exemple, population humaine, effluents d'eaux usées, industrie, agriculture (en particulier le nombre de bovins et de moutons)).

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- L'évaluation rapide et rentable des PE dans les estuaires.
- En reliant les effets des PE chez les palourdes aux données des bassins versants, il peut être possible de déterminer les causes les plus probables dans une localité (stations d'épuration, fosses septiques, sources agricoles ou industrie) ainsi que remédiation.
- Si les sources et les causes probables des PE dans des bassins versants sont identifiées, l'outil *Scrobicularia Plana* peut alors être utilisé pour surveiller l'efficacité de toutes les actions correctives.

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Les agences de protection de l'environnement
- Les entreprises de traitement des eaux usées
- Les organismes de conservation
- La communauté scientifique de la recherche
- L'industrie de l'aquaculture

### État de développement

L'utilisation de *Scrobicularia Plana* comme un biomonitor a été développée sur plusieurs décennies, d'abord pour évaluer la contamination métallique et ensuite les organométalliques dans les sédiments. Son utilisation comme bio-indicateurs des effets des PE est le développement le plus récent. A la suite de ça, de nombreux aspects de son utilisation en tant que bio-indicateurs sont très bien compris. Cependant, les détails mécaniques d'effets des PE au sein des *Scrobicularia Plana* ne sont pas encore complètement compris, ni l'importance relative ni la réponse en dose aux substances chimiques responsables présumées.

### Besoins futurs en matière de recherche

- Les mécaniques des effets de PE dans les *Scrobicularia Plana*
- Importance relative et les courbes de réaction de dose pour les produits chimiques responsables (seuls ou en combinaison).
- Quelles sont les sources des PE dans les estuaires et leur importance relative?
- Petite variabilité des intersexués dans les estuaires
- Y a-t-il des effets au niveau de la population de l'intersexualité?

### Pour toute autre information sur cet outil contact

Dr Bill Langston  
[wjl@mba.ac.uk](mailto:wjl@mba.ac.uk)

Dr Nick Pope  
[ndpo@mba.ac.uk](mailto:ndpo@mba.ac.uk)

The Marine Biological Association UK  
Citadel Hill, Plymouth  
PL1 2PB, UK

Telephone **+44 1752 633100**

# Intersexualité des *Scrobicularia plana* comme un biomoniteur de perturbation endocrinienne dans les estuaires

## Sommaire de la matrice

Les caractéristiques de l'outil		Application globale	
Application			
Matrices environnementales			
Les sources de pollution			Les considérations financières

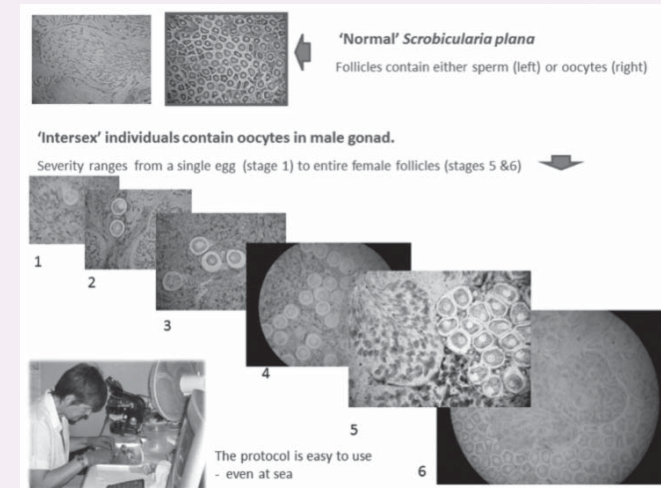


Figure 1. Intersexualité des *Scrobicularia Plana* montrant gonades tissulaires normales (mâle, femelle) et intersexuées.



Figure 2. Incidence d'intersexualité chez les *Scrobicularia Plana* dans la région de la Manche : cercles gris indiquent sites affectés et sont proportionnels au pourcentage de la population masculine affichant intersexualité.



**Suivi d'espèces non  
indigènes dans les  
assemblages polluant de  
marinas et des ports**

## Suivi d'espèces non indigènes dans les assemblages polluants de marinas et des ports

### Le contexte

Les espèces qui ont été emportées au-delà de leur aire de répartition géographique naturelle par les activités humaines, que ce soit accidentellement ou délibérément, peuvent modifier les écosystèmes et peuvent constituer des menaces majeures pour les intérêts économiques et la biodiversité locale. Le projet Marinexus inclut l'évaluation de ces espèces non indigènes (ENI) dans les communautés polluantes des ports et marinas - environnements artificiels dans lesquels ENI sont particulièrement prédominantes et qui peuvent agir comme tremplin pour la propagation autour de la côte et de là dans les habitats naturels. Les biologistes marins des laboratoires à Plymouth (Devon, Royaume-Uni) et Roscoff (Bretagne, France) ont adopté des protocoles communs et ont entrepris des travaux de collaboration pour permettre des comparaisons directes des localités sur les deux côtés de la Manche, dans le Nord Ouest de la Bretagne et le Sud Ouest de l'Angleterre (Devon & Cornwall). Des observations répétées avec cette approche conjointe ont documenté des arrivées récentes dans la Manche occidentale et leur mode de propagation d'un côté à l'autre.

### Résumé de l'outil

Deux approches complémentaires de détection et de surveillance des ENI depuis des pontons flottants dans des habitats artificiels tels que des ports et marinas ont été affinées et appliquées dans une étude trans-Manche. Entrer dans l'eau (par exemple en plongée sous-marine) n'est pas impliqué dans ni l'un ni l'autre de ces protocoles, et des visites de sites peuvent être faites à tout moment de la marée.

1. Les enquêtes d'évaluation rapide (EER) impliquent des recherches standardisées et chronométrées pour ENI par une petite équipe pour produire des données comparables entre les sites, avec des estimations semi quantitatives de l'abondance des ENI présentes. 2. Le déploiement de panneaux de colonisation, avec leur récupération ultérieure et leur notation dans le laboratoire, permettent une estimation quantitative de la prévalence des espèces indigènes et non indigènes présentes, accordant l'analyse statistique détaillée des tendances géographiques et temporelles. La répétition de ces deux protocoles s'est avérée instructive dans la détection des changements dans le temps, permettant l'inférence des histoires et des voies d'introduction et de propagation ultérieure - information pertinente au parcours de gestion. Les protocoles sont également applicables dans certains types d'installations d'aquaculture.

### Sommaire des procédures

#### 1. Enquêtes d'Évaluation Rapide (EER)

Une EER peut être réalisée à partir de pontons flottants à tout moment de la marée. L'approche adoptée dans Marinexus utilise une petite équipe (dans notre cas, trois personnes) d'enregistreurs généraux expérimentés. Les pontons disponibles sur chaque site sont répartis entre le personnel, qui travaillent séparément pendant un temps prédéterminé (généralement une heure). Les pontons flottants sont examinés, en utilisant un grattoir muni d'un panier de collecte pour récupérer des échantillons qui sont hors de portée. Les substrats immergés tels que les cordes de suspension, les cages, les gardes et les algues sont remontées et examinées, et les observations sont enregistrées sur un formulaire standard. Les échantillons sont prélevés en vue de concrétiser les résultats significatifs, pour discussion ou pour identification en laboratoire. À la fin de la période d'observation, l'équipe se réunira de nouveau pour enregistrer leurs observations conjointes sur un formulaire de synthèse, et une estimation de l'abondance de chaque espèce rencontrée est convenue. Des mesures environnementales sont effectuées.

#### 2. Analyse de panneaux de colonisation

Des petits panneaux en plastique sont mis en suspension par un cordon sous les pontons flottants et sont ainsi immergés en permanence à une profondeur constante. Invertébrés et propagules d'algues (larves, spores) s'installent et grandissent sur les panneaux, qui sont récupérés après une période prédéterminée d'immersion. Dans le laboratoire, la prévalence de chaque espèce colonisatrice d'un panneau est estimée en notant les espèces qui sont présentes à chacun des points étalés sur le panneau. Les enregistreurs de données et les mesures environnementales enregistrées au cours des visites de sites fournissent des informations soutenant l'interprétation des tendances biologiques. Les données obtenues sont propices à l'analyse multi variée des changements géographiques et temporels et à l'interprétation des influences de l'environnement sur la prévalence des ENI.

Le protocole Marinexus a utilisé des panneaux noirs de Correx (polypropylène 'ondulé') de 17 x 15 cm, pondérés pour qu'ils puissent pendre à la verticale à une profondeur de 1,5 m, à laquelle la croissance des algues était limitée. Les panneaux ont été récupérés après un an et une notation faite après narcotisation de la faune et l'élimination par une brève immersion dans l'éthanol pour s'assurer de la contraction limitée et relativement uniforme des mollusques comme les ascidies.

## Suivi d'espèces non indigènes dans les assemblages polluants de marinas et des ports

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Répondre aux exigences de surveillance d'ENI par rapport aux descripteurs de la qualité de l'environnement / statut de la Directive-Cadre sur l'Eau et de la Directive-Cadre sur la Stratégie Marine.
- Contribuer au régime de surveillance pour les espèces de l'Union Concern qui sera une obligation pour les États Membres dans le cadre du Règlement de l'Union Européenne sur les espèces étrangères envahissantes (Art. 14).
- Fournir des informations sur les distributions et les modes d'expansion des ENI pertinents aux plans d'action des parcours de gestion exigés aux États Membres dans le cadre du règlement de l'Union Européenne sur les Espèces Etrangères Envahissantes (Art. 13).
- Fournir des informations de distribution d'ENI nécessaire pour l'évaluation des risques pour l'exemption des exigences de la Convention de la Gestion des Eaux de Ballast, une fois ratifiée.
- Fournir des informations pour la gestion des Aires Marines Côtières Protégées proches ou y compris les marinas ou ports (Loi 2009 sur l'Accès Marine et Côtier du Royaume-Uni ; Directives Européennes sur les Habitats et les Oiseaux ; Directives sur la Faune et la Campagne, Loi 1981 ; Convention de Ramsar).

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Les organismes de protection de l'environnement et les agences gouvernementales de conservation.
- les sociétés de conservation / groupes d'action locaux et les ONG.
- Les exploitants de marinas et les autorités portuaires.
- Les exploitants d'installations d'aquaculture (en particulier culture des mollusques).

### État de développement

Les méthodes sont pleinement opérationnelles et très simples dans leur concept, mais il existe de nombreuses variantes possibles des protocoles précis, par exemple concernant le matériau à partir duquel les panneaux sont construits, leur orientation dans l'eau, et les

modèles de déploiement et de réplique expérimentale. Le besoin primaire pour une application généralisée est pour la normalisation des protocoles pour assurer la comparabilité entre les régions et les études.

Dans le projet Marinexus, des panneaux de colonisation de 15 x 17 cm ont été immergés à 1,5 m pour un an. La colonisation résultante a été dans de nombreux cas très volumineuse, créant des problèmes pour la manipulation et la notation. Il serait très utile d'avoir une meilleure compréhension de la relation entre la durée et le rythme saisonnier d'exposition des panneaux et l'effort de notation résultant et le contenu de l'information des données. La profondeur de 1,5 m a entraîné une dominance par les animaux s'alimentant de particules en suspension aux dépens des algues dans les sites étudiés. Un protocole parallèle se concentrant sur les algues, impliquant probablement une exposition près de la surface des panneaux pour fournir plus de lumière, aurait peut-être besoin d'être ajouté dans certaines études.

### Besoins futurs en matière de recherche

Incertitudes taxonomiques restent pour la plupart des groupes dans le biota polluant. Celles-ci s'appliquent même à des phases adultes, mais sont exacerbées lorsqu'il s'agit de phases immatures ou très jeunes résultant en colonisation peu de temps avant que les panneaux sont récupérés pour la notation. Les jeunes phases nécessiteraient généralement un traitement distinct dans les guides d'identification, mais cette information fait généralement défaut.

Il y a besoin d'examiner le potentiel pour, et le rôle, des approches d'ADN de l'environnement (ADN-e) en matière de surveillance du biota sessile, et leur relation avec les relevés classiques.










### Pour d'autres informations sur cet outil contactez

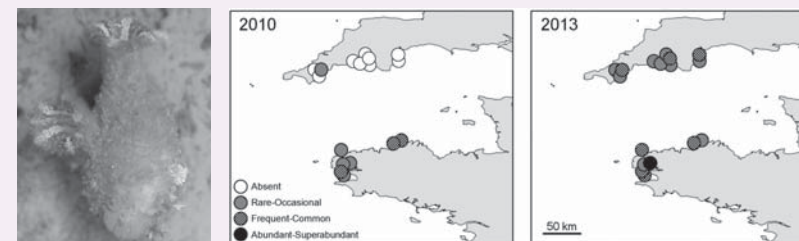
John Bishop  
[jbis@mba.ac.uk](mailto:jbis@mba.ac.uk)



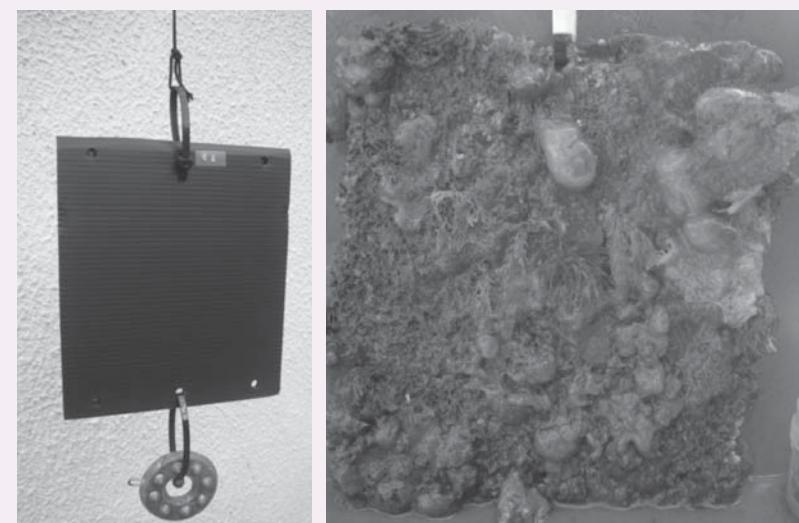
# Suivi d'espèces non indigènes dans les assemblages polluant de marinas et des ports

## Sommaire de la matrice

Les caractéristiques de l'outil		Application globale
		
Application	Matrices environnementales	
		
Nature de l'impact	Les considérations financières	
		



1. EER. Répartition des *Asterocarpa humilis* ascidien non indigène (à gauche) dans les marinas dans le Devon et Cornouailles et en Bretagne dans les enquêtes d'évaluation rapide répétées en 2010 et 2013. Notez la propagation rapide documentée dans le Devon et Cornouailles.



2. Panneaux de colonisation. Panneaux avant (à gauche) et après (à droite) l'exposition de neuf semaines dans un port de plaisance dans le sud ouest de l'Angleterre.



**Un arbre de décisions  
pour la gestion de  
sédiments de dragage**

### Le contexte

La Manche et la Mer du Nord constituent un enjeu économique, écologique et patrimonial majeur pour la France et le Royaume-Uni. En effet, plus de 90% des échanges économiques mondiaux se font par voie maritime. Afin d'assurer la qualité de service des infrastructures portuaires, les gestionnaires des ports organisent des campagnes de dragage et de curage. Pour l'entretien de ces infrastructures, la France drague 50 Mm<sup>3</sup> de sédiments chaque année dont 5 à 10 % peuvent être considérés comme non immergeables. Il s'instaure alors une problématique liée à la gestion de ces sédiments considérés comme des déchets dès leur dépôt à terre depuis 2002.

Des partenaires de différents horizons (autorités portuaires, scientifiques, entreprise de travaux publics) se sont groupés au sein du projet SETARMS (Sustainable Environmental Treatment and Reuse of Marine Sediment ou Traitement et Réutilisation Environnementaux et Durables de Sédiments Marins) afin d'apporter des solutions concernant la dépollution, la stabilisation et la réutilisation en sous-couche routière de ces sédiments.

### Résumé de l'outil

Ce nouvel outil se présente sous la forme d'un arbre de décision pour la gestion des sédiments à terre. Il permettra dès le dépôt à terre des sédiments dragués de connaître quels sont les éléments chimiques à surveiller particulièrement pour être en conformation avec la législation et donnera des exemples de procédés pouvant réduire la teneur en polluants présents. Cet arbre de décision introduit également la réflexion sur la réutilisation des sédiments de dragage en technique routière. En effet, l'utilisation en technique routière de matériaux alternatifs, tels que les sédiments, nécessite le respect de la législation en terme d'espèces chimiques polluantes mais, également, en terme de caractéristiques mécaniques permettant de supporter les pressions auxquelles ils seront soumis. Pour cela, cet outil contiendra des recommandations sur les caractéristiques géotechniques importantes, ainsi que des exemples de formulations permettant une augmentation des caractéristiques mécaniques qui satisferont les critères de tenue mécanique.

## Un arbre de décisions pour la gestion de sédiments de dragage

### Sommaire des procédures

Cet arbre de décision implique trois étapes de caractérisation et de formulation:

1. Caractérisation chimique des éléments totaux et en lixiviation
2. Caractérisation géotechnique complète
3. Recherche de formulations adéquates techniquement et économiquement

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Recherche de solution à la gestion des sédiments par les autorités portuaires
- Détermination des solutions de réduction des polluants dans les sédiments
- Utilisation des sédiments en tant que matériaux par les entreprises de travaux publics en remplacement des matériaux de carrières

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Les autorités portuaires
- Les entreprises de travaux publics

### Etat de développement

Le suivi des planches expérimentales élaborées avec des formulations spécifiques s'est déroulé de Juin 2013 à Juin 2014. Les derniers résultats devraient être obtenus en Septembre 2014. La publication d'un guide explicitant les différentes étapes de l'arbre de décision sera effective fin 2014.

### Besoins futurs en matière de recherche

- Le suivi de l'évolution dans le temps des caractéristiques chimiques et géotechniques des sédiments d'un port.
- La possibilité de procéder à des essais électrocinétique en grandeur réelle en vue de pré-traiter les sédiments et diminuer les teneurs en sels.
- La valorisation des sédiments pour d'autres applications (digue, butte paysagère, ...).
- La réalisation de planches expérimentales de plus grande importance.

### Pour toute autre information sur cet outil contactez

Dr Mohamed Boutouil at the ESITC Caen  
[dir.recherche@esitc-caen.fr](mailto:dir.recherche@esitc-caen.fr)

### Sommaire de la matrice

Les caractéristiques de l'outil	Application globale	
		
Application		Les considérations financières
		



**Cornwall  
Wildlife Trust**



**PANACHE**  
Protected Area Network Across  
the Channel Ecosystem

## Science Participative - la surveillance des espèces non indigènes

### Le contexte

Les espèces non indigènes ont été identifiées comme ayant le potentiel d'avoir un impact négatif sur la biodiversité, la santé humaine et l'économie. Le commerce mondial a conduit à une augmentation du taux d'introduction au cours des dernières années avec des instruments législatifs et politiques appelant à l'amélioration de la détection et de la surveillance. Le plus tôt le long de la voie de l'invasion d'une espèce on peut la détecter, le plus rentable on est susceptible d'être pour la gestion et pour réduire au minimum la propagation.

La science participative a le potentiel d'apporter une contribution précieuse à la réalisation des exigences de surveillance et de détection par la collecte de données fiables sur une vaste zone géographique. La nature même de l'introduction d'espèces non indigènes, soit intentionnelle ou non, par l'activité humaine met également en évidence la nécessité de sensibiliser et la science participative peut fournir une plateforme idéale pour faciliter cela.

### Résumé de l'outil

La surveillance et la détection d'espèces non indigènes dans le milieu marin sont intrinsèquement difficiles. Souvent, au moment où une espèce est détectée, elle est déjà établie et problématique.

Le besoin croissant de vigilance et de sensibilisation a inspiré le développement d'un programme de la science participative des espèces marines non indigènes. En exploitant les compétences du grand public, des naturalistes amateurs et ceux qui sont bien placés pour recueillir des données à travers leurs activités de loisirs, il est possible de mobiliser un vaste réseau de personnes capables d'effectuer un contrôle avec l'aide de formation et de ressources d'identification.

Le développement de techniques innovantes avec la coopération des systèmes d'enregistrement existants peut permettre à des citoyens scientifiques de recueillir des données sur certaines espèces dans des habitats artificiels, dans l'estran et dans les zones submergées.

### Summary of procedures

#### Surveillance de l'habitat artificiel

Des citoyens scientifiques de la communauté maritime déploient des panneaux de colonisation pondérés sous des pontons flottants et autres structures flottantes artificielles pour recueillir des données sur la colonisation des espèces.

Après un minimum de 8 semaines, les participants récupèrent et photographient chaque côté de leur panneau et soumettent ensuite les images en ligne. Les images sont ensuite examinées par des experts pour déterminer la présence d'espèces non indigènes. La conception du projet a pour but de fournir des données biologiques vérifiables sur la présence d'une gamme de taxons non indigènes à travers une vaste zone géographique, mais, tout aussi important, de sensibiliser leur présence au sein de la communauté maritime. L'aspiration est que leur participation pourrait conduire à des changements de comportement parmi les usagers de la mer, et donc ultimement réduire le taux de propagation d'espèces non indigènes.

#### Surveillance de l'habitat intertidal

Les citoyens scientifiques reçoivent une formation pour organiser et mener des suivis intertidales pour enregistrer les espèces clés en utilisant une combinaison de quatre techniques complémentaires de recherches chronométrées aux suivis par sections et cadrans. Un site peut être étudié en utilisant un seul, plusieurs ou tous les éléments complémentaires en fonction du temps et de l'expertise disponible. Des cartes d'identification des espèces détaillant les exigences en matière d'habitat et la position relative sur le littoral ont été développées pour guider les citoyens scientifiques et concentrer leurs efforts de surveillance. Cette méthode est adaptée pour la surveillance des espèces indicatrices du changement climatique, des espèces non indigènes, des caractéristiques d'intérêt de conservation (des espèces et des habitats) et des indicateurs du changement climatique.

Les éléments incluent une recherche chronométrée pour les espèces clés spécifiques qui génèrent une présence / absence de données et d'une échelle de comparaison de l'abondance des espèces; une surveillance en promenade, l'enregistrement de tous les taxons, leur abondance relative et l'emplacement sur le littoral par rapport à la zonation (observations d'une importance particulière sont

soigneusement photographiées et la position GPS enregistrée); un suivi répété de section où les mesures de zonation sont enregistrées permettant des comparaisons dans le temps et finalement un suivi par section incorporant l'utilisation de cadrans pour enregistrer les espèces et le pourcentage de recouvrement dans chaque zone.

#### Surveillance de l'habitat submergé

Seasearch est un programme national pour les plongeurs d'enregistrement de leurs observations sous-marines pour le bénéfice de la conservation marine. L'intégration de la surveillance des espèces non indigènes, à travers la mise à disposition de formation spécialisées et de ressources d'identification, a équipé les plongeurs avec les compétences nécessaires pour surveiller une gamme de taxons non indigènes en utilisant la méthodologie de Seasearch standardisée sur les plongées de routine de Seasearch et les plongées dédiées aux espèces non indigènes. Images numériques de la plongée aident à fournir des données solides et vérifiables. Les détails pour la méthodologie de suivi de Seasearch peuvent être trouvés en visitant <http://www.seasearch.org.uk/recording.htm>

### Comment l'outil pourrait-il être utilisé?

- Contribuer à des obligations en matière de surveillance de descripteurs de qualité de l'environnement / statut requis des Etats Membres en vertu de la Directive-cadre sur la Stratégie Marine et de la Directive-cadre de l'Eau.
- Contribuer au régime de surveillance pour les espèces de Préoccupation de l'Union qui sera une obligation des États Membres au titre du Règlement de l'Union Européenne sur les Espèces Exotiques Envahissantes (art. 14)
- Fournir des informations sur la distribution et le modèle d'extension d'Espèces Non Indigènes pertinentes aux plans d'action de gestion de parcours requises des États Membres dans le cadre du Règlement de l'Union Européenne sur les Espèces Exotiques Envahissantes (art. 13).
- Fournir des informations pour éclairer le processus de désignation des zones côtières marines protégées (Acte 2009 du Royaume-Uni sur l'Accès Marin et Côtier ; Directives Européennes sur l'Habitats et les Oiseaux; Acte 1981 sur la Faune et la Campagne; Convention de Ramsar).
- Faire participer les citoyens et les parties prenantes et les sensibiliser aux menaces posées par les espèces non indigènes.
- Contribuer à l'élaboration de plans de biosécurité et des outils de gestion des risques pour les ports, les marinas et les installations d'aquaculture.

## Science Participative - la surveillance des espèces non indigènes

### Qui pourrait bénéficier de l'outil?

- Les agences de protection de l'environnement
- Le gouvernement et les ONG
- Les opérateurs de Marina, de villes portuaires et de ports
- Les sociétés de conservation locales
- Les installations d'aquaculture

### État de développement

L'approche de la Science Participative pour la surveillance des espèces non indigènes a été testée au Cornwall, UK, mais il est à espérer qu'elle puisse être développée et appliquée dans des futures collaborations trans-Manche.

L'utilisation de panneaux de colonisation à des fins de surveillance a été adoptée dans d'autres pays en dehors de l'Europe mais il est difficile de savoir si cette méthode a été adoptée comme un outil de Citoyens scientifiques.

### Besoins futurs en matière de recherche

- Raffinement des espèces adéquates à la surveillance des Citoyens scientifiques
- Exigences taxonomiques continues
- Développement des ressources
- Réduire les obstacles à l'enregistrement, par exemple applications pour téléphones portables

### Pour toute autre information sur cet outil contact

Lisa Rennocks

[lisa.rennocks@cornwallwildlifetrust.org.uk](mailto:lisa.rennocks@cornwallwildlifetrust.org.uk)

### Sommaire de la matrice

Les caractéristiques de l'outil	Application globale		
			
Application		Les considérations financières	
			
Matrices environnementales		Nature de l'impact	
		