

Atlas

Channel Catchment Cluster

A Recent History of the Channel

20,000 years ago the world was at the peak of the last Ice Age and much of northern Europe was covered in sheets of ice up to 3 km thick. The ice was formed mainly from water that had evaporated from the oceans and condensed into snow, which was then deposited as ice across the polar regions. The overall result was a fall in global sea levels by about 120 metres.

This fall in sea level was big enough to expose the landmass, known as 'Doggerland', under the southern North Sea, connecting the British Isles to mainland Europe across a low-lying tundra. The 'uplands' of Doggerland, known today as the Dogger Bank, were situated off the east coast of East Anglia and extended towards the Netherlands. These uplands formed the northern watershed of a large river system that flowed South West across the tundra (now the sea bed of the Channel) as a wide, slow river, out into the Atlantic Ocean.

During this time, the rivers of current day northern France and southern England were mere tributaries of this historic river system, until the ice started to melt and sea levels began to rise once again.

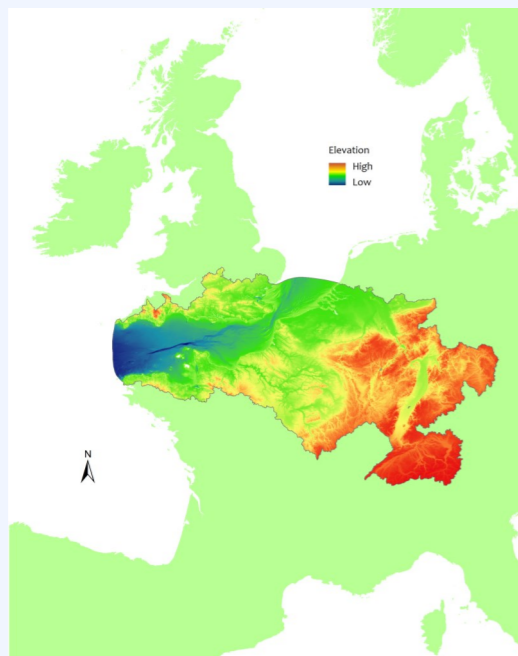
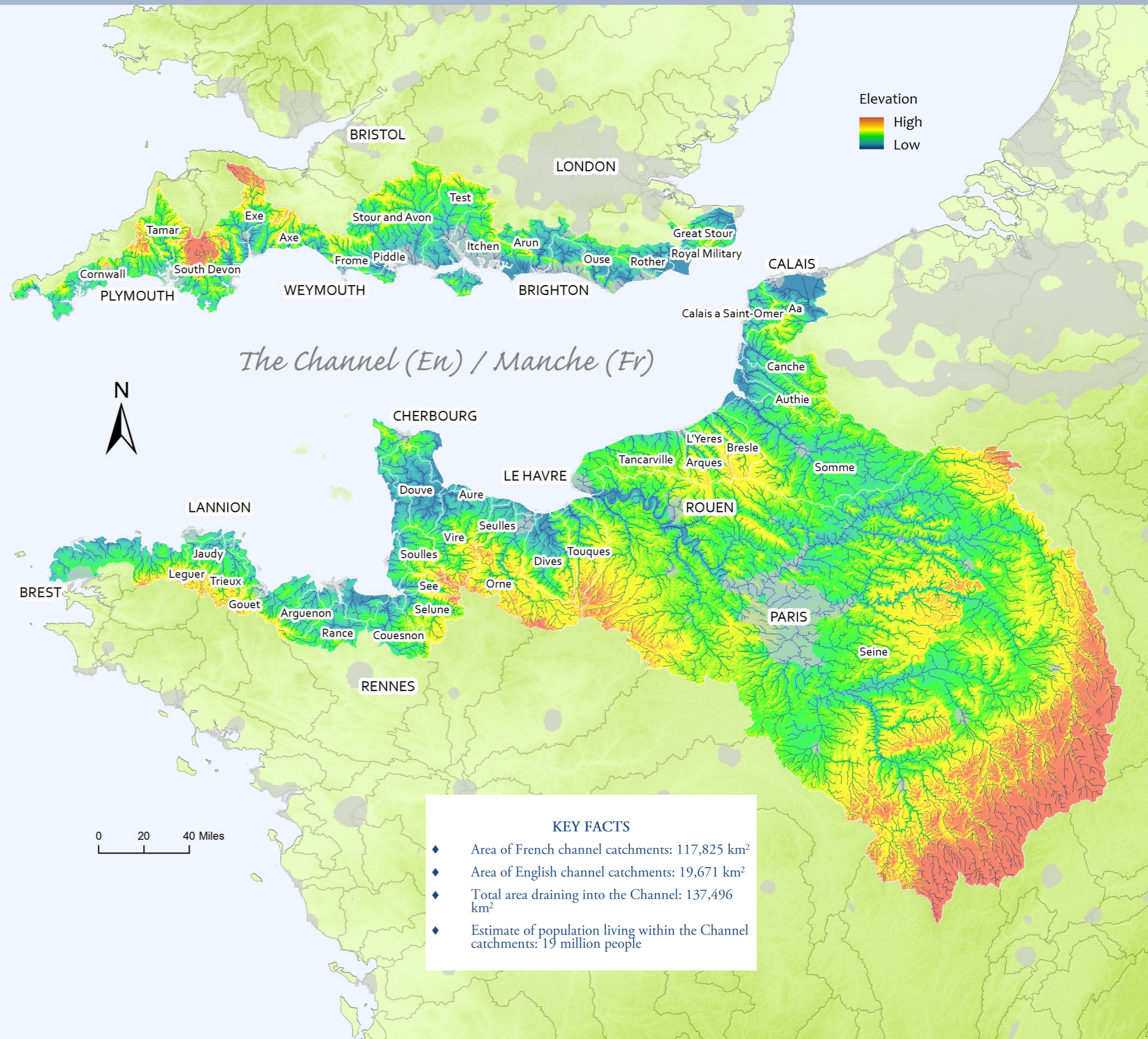


Illustration of the catchment area that drained out into the Atlantic ocean across the channel tundra approximately 12,000 years ago.



The Channel (En) / Manche (Fr)

KEY FACTS

- ◆ Area of French channel catchments: 117,825 km²
- ◆ Area of English channel catchments: 19,671 km²
- ◆ Total area draining into the Channel: 137,496 km²
- ◆ Estimate of population living within the Channel catchments: 19 million people

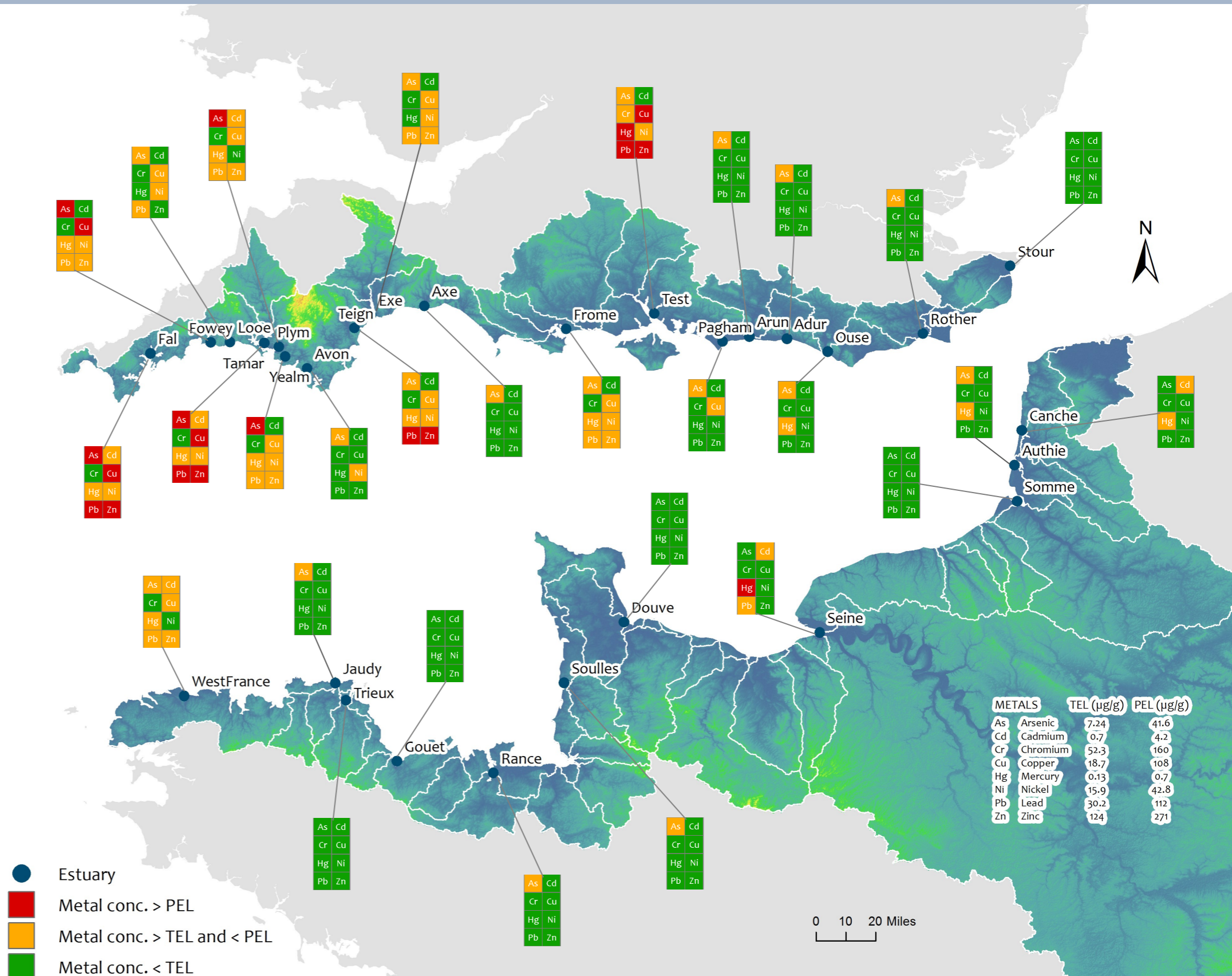
Metals in Estuarine Sediments

Trace metals commonly found in river systems, such as arsenic, cadmium, chromium, copper, mercury, nickel, lead and zinc, can be found either dissolved in the overlying water or in their solid phase as suspended particulate material and in bed sediments. Due to their chemical characteristics, the concentration of metals within sediments are usually several orders of magnitude greater than in the overlying water. Therefore, an understanding of sediment metals is essential to an overall assessment of trace metal contamination.

Trace metals in our estuaries are derived from a range of sources. The underlying geology of an area, together with natural weathering, will provide a proportion of the total load and is particularly significant in metal-rich regions, such as Devon and Cornwall in the UK. Historic and current metal mining in these areas has accelerated this process with sediments in many estuaries being particularly enriched with metals. However, in other estuaries, industrial activities, shipping, domestic waste and many other human activities have all increased metal loadings above natural levels.

Despite regulation and control of anthropogenic metal inputs in recent decades, and due to their ability to sequester metals, estuarine sediments act as a record of historic inputs and also as a potential long-term reservoir for future re-mobilisation. Re-mobilisation can occur through many processes. Changes in chemical or physical conditions (physical disturbance, changes in pH or redox potential) can act to alter the equilibrium partitioning such that dissolved metals are released. This process may also occur due to the physical activities of burrowing fauna (bioturbation) or human activities such as dredging in ports and harbours.

There is no universally applied assessment of risk for sediment metals, although in the absence of such a standard the Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (Canadian Council of Ministers of the Environment) have been adopted as a *de facto* standard in many countries. These guidelines are based upon a range of synoptic biological and chemical data for sediments and have been used to calculate two assessment thresholds; the Threshold Effects Level (TEL) and the Probably Effect Level (PEL). Evaluation of sediment metal concentrations at any location may then be assessed relative to these levels (further explained in the subtext to the map).



The "Threshold Effect Level" (TEL) and "Predicted Effect Level" (PEL) are sediment quality guidelines, where the TEL is the concentration below which sediment-associated contaminants are not considered to represent significant hazards to aquatic organisms and the PEL is the lower limit of the range of concentrations associated with adverse biological effects.



PROFILS DES MÉTAUX DANS LES SÉDIMENTS ESTUARIENS

Nick Pope, Marine Biological Association, Plymouth

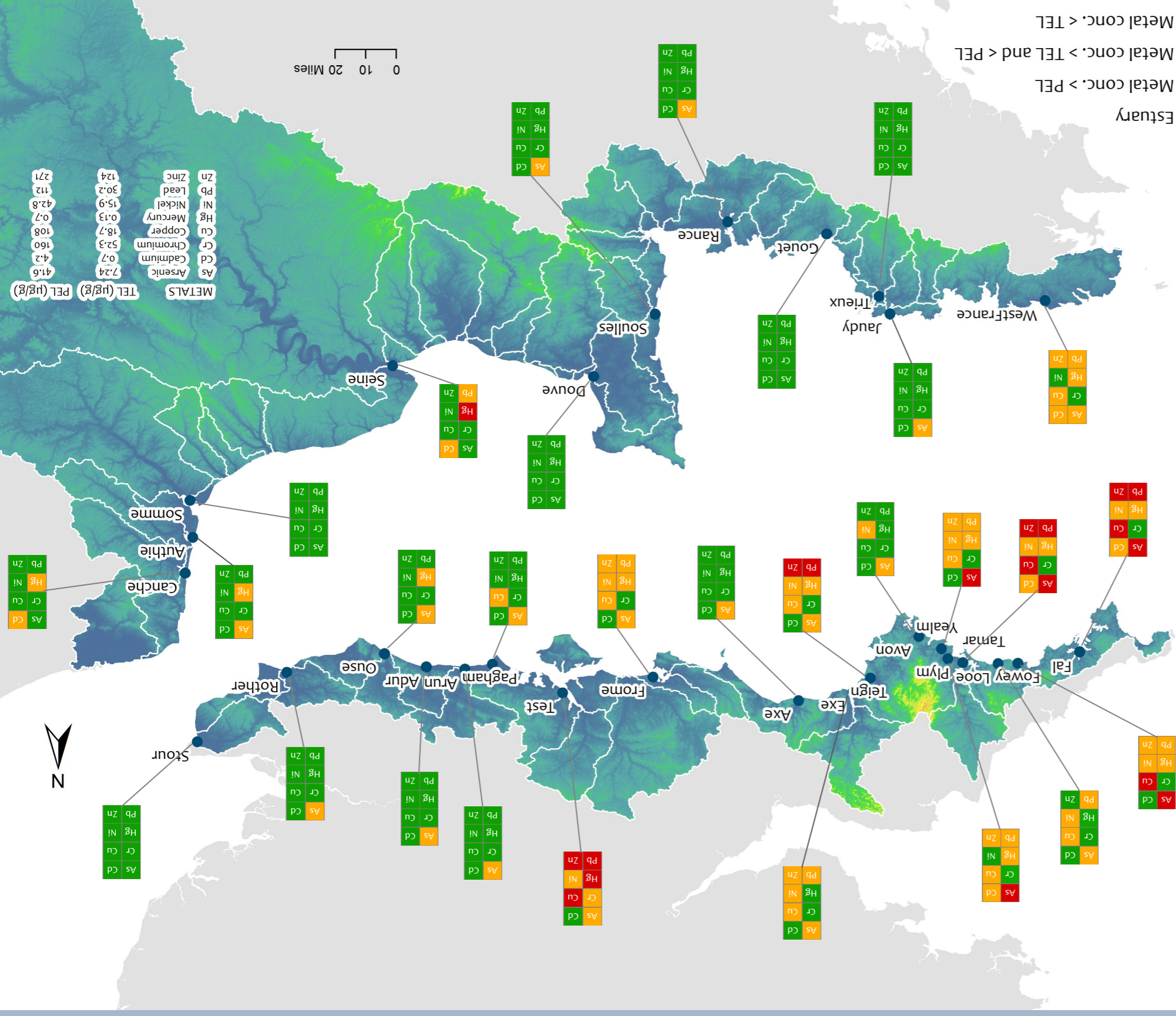
Métaux dans les sédiments estuariens

Les métaux en traces qui se trouvent couramment dans les réseaux hydrographiques, tels qu'arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc, sont soit dissous dans l'eau susjacente, soit dans leur état solide sous forme de particules en suspension ou dans les sédiments du lit du fleuve. En raison de leurs propriétés chimiques, la concentration des métaux dans les sédiments est généralement d'un ordre de grandeur plusieurs fois supérieur à la concentration dans l'eau susjacente. Il est donc essentiel de bien connaître les propriétés des métaux sédimentaires en vue d'évaluer globalement la contamination par les métaux en traces.

Les métaux en traces dans nos estuaires proviennent de diverses sources. La géologie sous-jacente d'une zone ainsi que l'érosion naturelle, fourniront une partie de la charge totale de métaux, considérable en particulier dans les régions riches en métaux, comme le Devon et la Cornouailles au Royaume-Uni. L'exploitation de mines passées et présente a accéléré ce procédé et les sédiments dans de nombreux estuaires sont fortement enrichis de métaux. Cependant, dans d'autres estuaires, les activités industrielles, le transport maritime, les ordures ménagères et de nombreuses autres activités humaines ont contribué à l'augmentation des charges en métaux lourds au-dessus des niveaux naturels.

Malgré la réglementation et le contrôle des apports anthropiques de métaux introduits au cours des dernières décennies et du fait de leur capacité à séquestrer les métaux, les sédiments estuariens agissent comme un réservoir potentiel à long terme de leur future remobilisation. Cette remobilisation peut être déclenchée par de nombreux procédés. Les changements de conditions chimiques ou physiques (perturbation physique, modifications du pH ou oxydoréduction potentielle) peuvent entraîner une modification de l'équilibre de partage telle que les métaux dissous sont libérés. Ce phénomène peut également se produire sous l'effet des activités physiques de la faune souterraine (bioturbation) ou des activités humaines comme le dragage des ports et des havres.

Il n'existe aucune évaluation des risques dus à la présence de métaux dans les sédiments universellement appliquée, même si en l'absence d'une telle norme, les Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments et la Protection de la vie aquatique (Conseil canadien des ministères de l'environnement) ont été adoptées de facto comme la norme par de nombreux pays. Ces recommandations s'appuient sur un ensemble de données synoptiques, biologiques et chimiques sur les sédiments et elles ont été utilisées pour calculer deux seuils d'évaluation : le niveau d'effets de seuil (TEL) et le niveau d'effet probable (PEL).



Le niveau d'effet de seuil (TEL) et le niveau d'effet probable (PEL) sont des recommandations pour la qualité des sédiments, où le TEL est la limite inférieure de l'échelle de concentrations associées à des effets biologiques néfastes. considérer que les contaminants associés aux sédiments présentent des risques importants pour les organismes aquatiques et la PEL est la limite supérieure de l'échelle de concentrations associées à

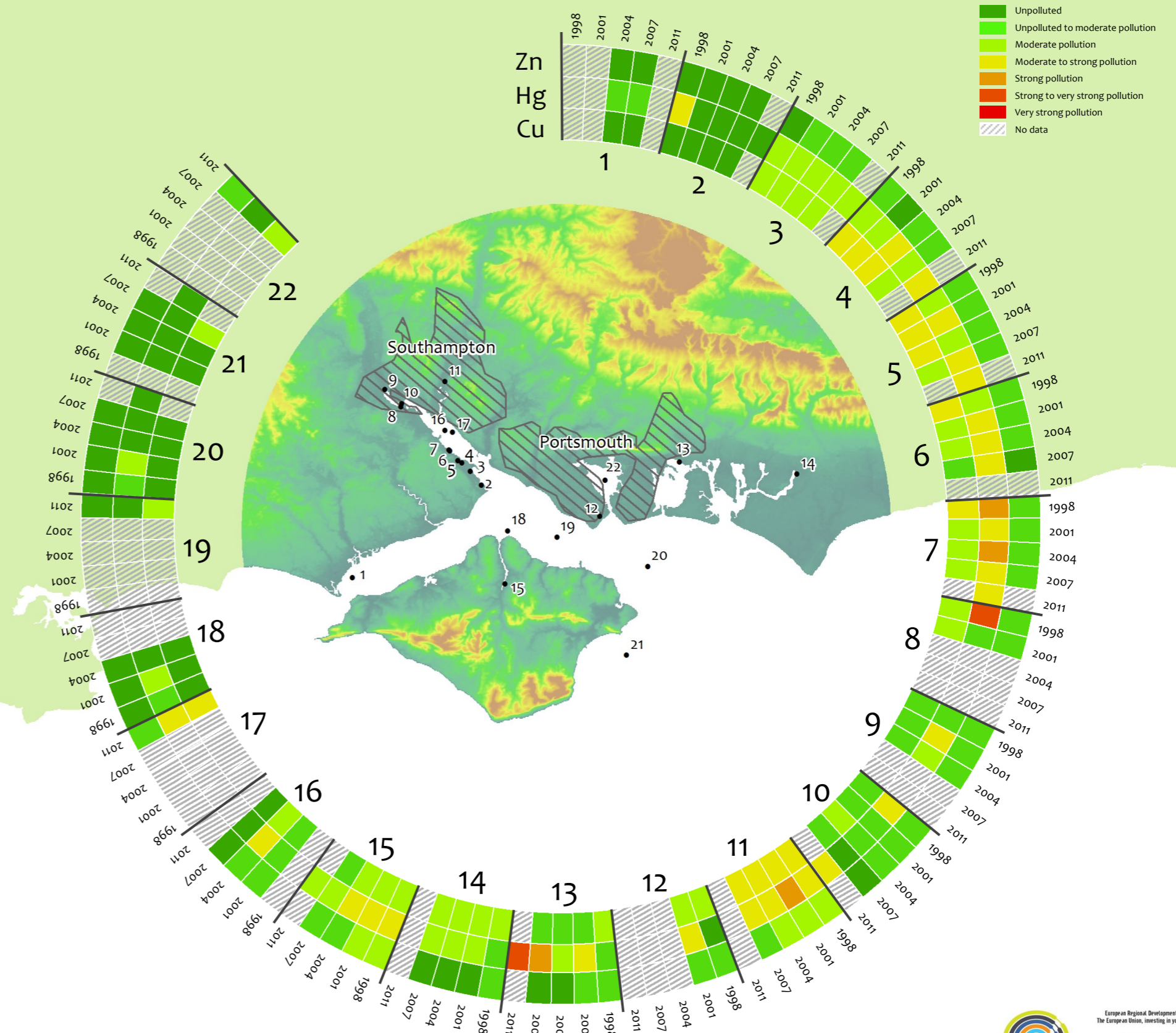
Sediment Trace Element Contamination

Among the variety of contaminants that threaten the marine environment, trace elements are of concern because of their toxicity, their ability to highly concentrate in biota and persistence in sediments. Large spatiotemporal surveys are thus performed in the UK to monitor their environmental occurrence. But the resulting databases generated remain underexploited. This research work therefore aims to investigate the long term changes in trace element (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Hg, Ni, Zn) contamination in the sediments along the coasts of South England, using the 2 main marine environmental UK databases of the Environment Agency and the MERMAN project.

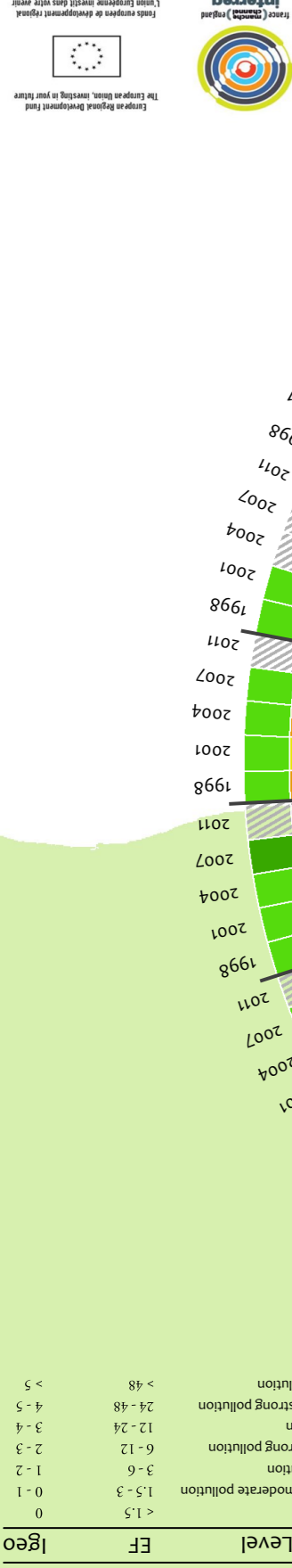
The risk assessment of the sediment pollution requires the comparison of contamination values to reference levels. The 7-level Geoaccumulation Index (Igeo) pollution scale (see table below) classifies the sediments from unpolluted to very strongly polluted. Igeo scale levels correspond to given enrichment factor (EF) values; the EF of a trace element is the ratio between its concentration in the sediments and its natural background concentration. These two indices thus give qualitative and quantitative information on the natural and human-induced contributions to the observed sediment contamination.

The map on the right shows the changes in the levels of Zn, Hg and Cu contamination in the < 63 μm sediments in the Solent area, from the late 1990s till recently. The sediment contamination in the Solent displays an important spatial variability, presumably linked to the spatial distribution of pollutant anthropogenic sources, e.g. around Southampton. The contamination levels generally decrease during the survey time interval, although this downward trend cannot be generalized to all the monitored sites. Mining of existing environmental databases is a relevant (and cost effective) way to monitor the spatiotemporal evolution of the pollution, and to transfer relevant information to managers and policymakers on the efficiency of the implementation of European environmental directives.

Pollution Level	EF	Igeo
Unpolluted	< 1.5	0
Unpolluted to moderate pollution	1.5 - 3	0 - 1
Moderate pollution	3 - 6	1 - 2
Moderate to strong pollution	6 - 12	2 - 3
Strong pollution	12 - 24	3 - 4
Strong to very strong pollution	24 - 48	4 - 5
Very strong pollution	> 48	> 5



EF	Pollution Level	Igeo
< 1.5	Unpolluted	0
0 - 1	Unpolluted to moderate pollution	0 - 1
1 - 2	Moderate pollution	1 - 2
2 - 3	Moderate to strong pollution	2 - 3
3 - 4	Strong pollution	3 - 4
4 - 5	Strong to very strong pollution	4 - 5
> 48	Very strong pollution	> 48
> 5	No data	> 5



Contamination des sédiments par les éléments traces

Parmi la diversité de contaminants qui menacent le milieu marin, la présence d'éléments traces est préoccupante en raison de leur toxicité, de leur capacité à se concentrer fortement dans le biote et de leur persistance dans les sédiments. Des études spatio-temporelles approfondies sont donc réalisées au Royaume-Uni pour surveiller leur présence dans l'environnement. Mais les bases de données ainsi générées restent sous-exploitées. Ces travaux de recherches ont donc pour but d'étudier les changements à long terme de la contamination due aux éléments traces (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Hg, Ni, Zn) dans les sédiments le long des côtes du sud de l'Angleterre, en utilisant les 2 principales bases de données environnementales au Royaume-Uni, celles de l'Environment Agency et du projet MERMANN (voir ci-dessus la carte des sites étudiés au titre de ces deux programmes).

L'évaluation des risques de pollution des sédiments nécessite la comparaison des taux de contamination aux niveaux de référence. L'échelle de pollution Igeo (Indice de géoaccumulation) à 7 niveaux (voir tableau ci-dessous) classe les sédiments de non pollués à très fortement pollués. Les niveaux de l'échelle Igeo correspondent à certaines valeurs du facteur d'enrichissement (EF) ; la valeur EF d'un élément trace est le rapport entre sa concentration dans les sédiments et sa concentration naturelle de fond. Ces deux indices donnent ainsi des informations qualitatives et quantitatives sur la contribution de la pollution naturelle et/ou anthropique à la contamination observée des sédiments.

Les cartes à droite indiquent les changements des niveaux de contamination au Zn, Hg et Cu dans les sédiments de < 63 µm dans le Solent, depuis le milieu des années 1990 jusqu'à récemment. La contamination des sédiments dans le Solent montre une importante variabilité spatiale, probablement due à la distribution des sources de pollution anthropique dans la zone, par ex: autour de Southampton. Les niveaux de contamination décroissent généralement au cours de la période couverte par l'enquête, bien que cette tendance à la baisse ne puisse pas être généralisée à tous les sites étudiés. L'exploitation des bases de données environnementales existantes est un moyen pertinent (et rentable) de superviser l'évolution spatio-temporelle de la pollution et de transmettre des informations utiles aux gestionnaires et aux preneurs de décisions politiques sur l'efficacité de l'application des directives environnementales européennes.

Passive Sampling to Detect Acid Herbicides

Spot sampling, carried out by South West Water (SWW) at their abstraction point at Gunnislake on the River Tamar, reveals episodic spikes of acidic herbicide pollution. However, these spikes are rarely observed in spot samples collected infrequently (once a month) throughout the catchment by statutory bodies, as acidic herbicides are typically flushed through the system extremely quickly at the onset of rain.

Acidic herbicides include mecoprop, MCPA, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and other related compounds, all of which are widely used across the South West, principally for the control of broad-leaved weeds in permanent and temporary grassland. Concentrations often exceed the 100ng/l limit for an individual pesticide in treated water, as specified by relevant drinking water legislation.

The Chemcatcher™ passive samplers used in this study were developed by the University of Portsmouth and the methods for identifying and quantifying specific acidic herbicides were developed by SWW in collaboration with Natural Resources Wales.

For this passive sampling study, Chemcatcher™ samplers remained in the water for two weeks. The study aimed to:

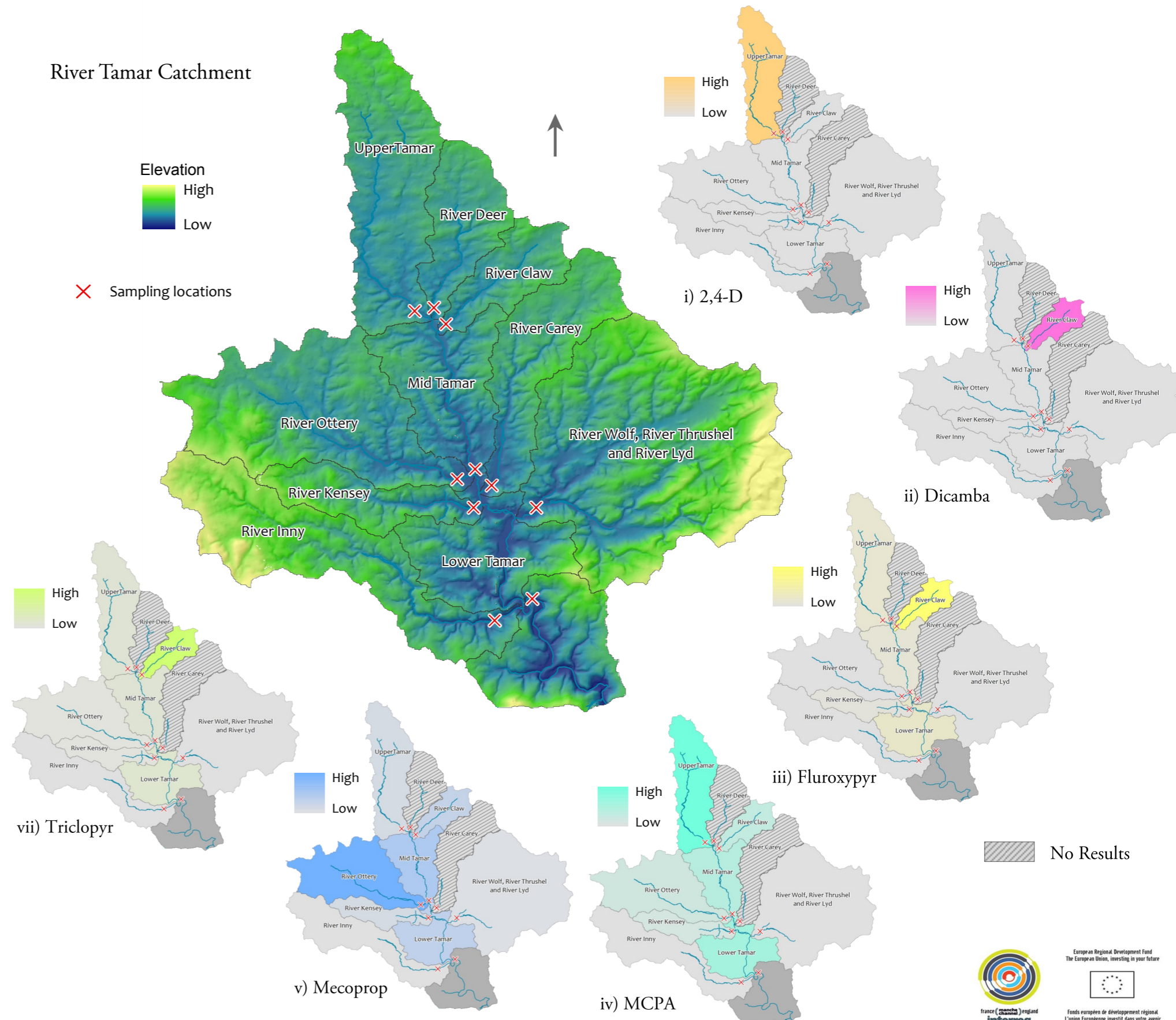
- i. identify the tributaries primarily responsible for input of acidic herbicides,
- ii. Provide an indication of the specific pesticides arising from each area and
- iii. Provide evidence to inform targeted management advice

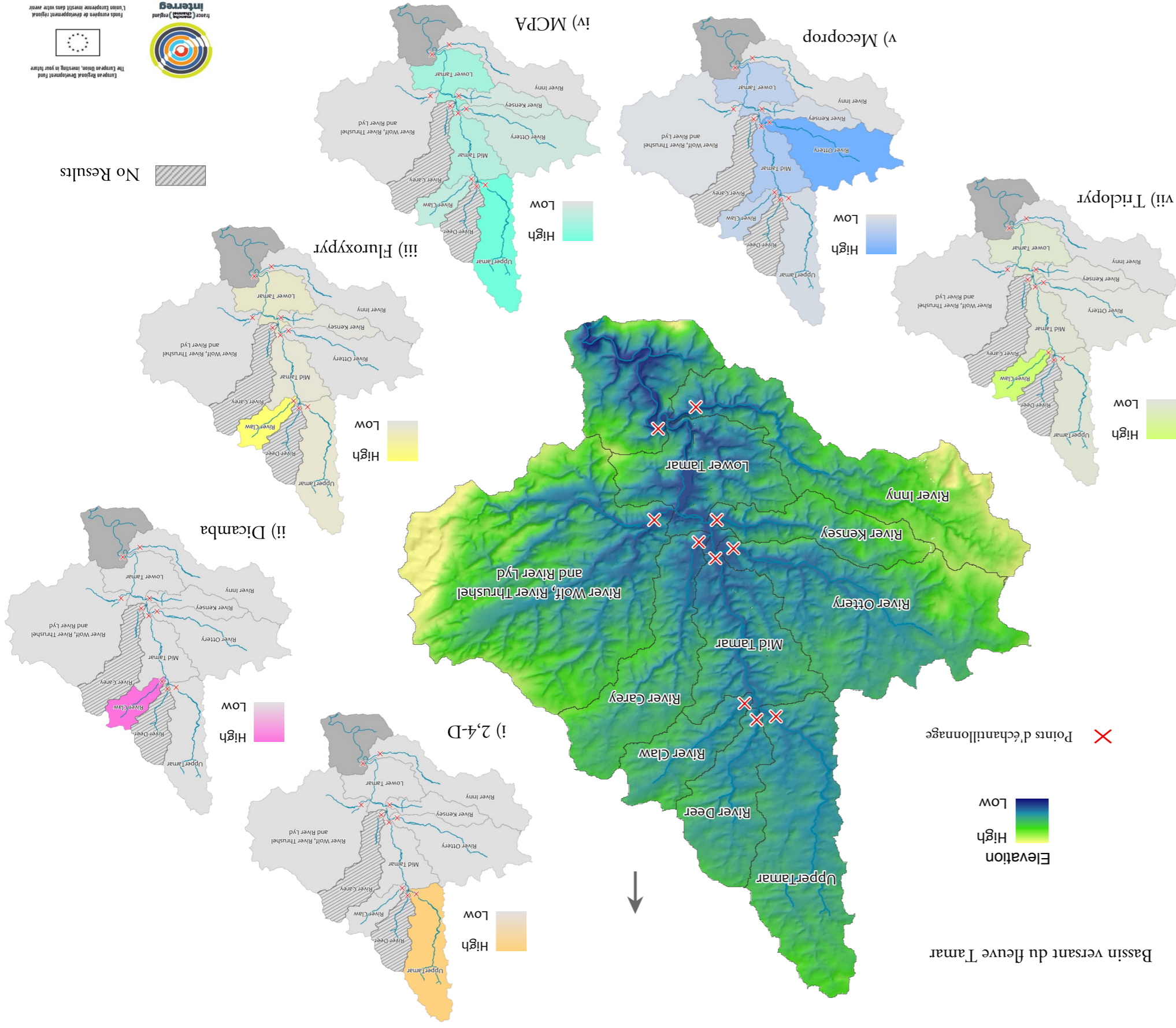
A range of herbicides were detected in the system and key source areas were identified. This study emphasised the capability of the technique to account for short-lived spikes in pollution, which were not detected using the traditional spot sampling method.

This passive sampling method is currently being developed for detection of a range of additional pollutants.



Three Chemcatcher™ receiving discs ready for deployment.





Echantillonnage passif pour détecter les herbicides acides

L'échantillonnage ponctuel réalisé par South West Water (SWW) à son point d'extraction d'eau de Gumnislake sur le fleuve Tamar, révèle des crêtes épisodiques de pollution par les herbicides acides. Cependant, ces crêtes de pollution sont rarement détectées dans les échantillons ponctuels prélevés de temps en temps (une fois par mois) dans l'ensemble du bassin versant par des organismes officiels, car les herbicides acides sont généralement rincés à travers le système très rapidement dès l'arrivée des précipitations.

Les herbicides acides comprennent mecoprop, MCPA 2,4 D (acide dichlorophénoxyacétique) et d'autres composés apparentés, qui sont tous largement utilisés dans le sud-ouest, principalement pour le contrôle des mauvaises herbes à feuilles larges dans les prairies permanentes et temporaires. Les concentrations dépassent souvent, la limite de 100 ng/l autorisée pour chaque pesticide dans l'eau traitée, spécifiée par la législation sur l'eau potable.

Les échantillonneurs passifs Chemcatcher™ utilisés dans cette étude ont été mis au point par l'Université de Portsmouth et les méthodes d'identification et de quantification d'herbicides acides spécifiques ont été développées par SWW en collaboration avec Natural Resources au Pays de Galles.

Pour cette étude d'échantillonnage passif, les échantillonneurs Chemcatcher™ sont restés dans l'eau pendant deux semaines. L'objectif de l'étude était de :

1. Identifier les affluents principalement responsables de l'apport d'herbicides acides,
2. Fournir une indication des pesticides spécifiques issus de chaque zone et
3. Pourvoir des pièces justificatives évaluant les conseils fournis aux gestionnaires cibles

Divers herbicides ont été détectés dans le système et les zones sources clés ont été identifiées. Cette étude illustre la capacité de cette technique à prendre en compte les crêtes de pollution brèves, qui n'étaient pas détectées par la méthode traditionnelle d'échantillonnage ponctuel. Cette méthode d'échantillonnage passif est en cours d'évaluation pour la détection de divers polluants supplémentaires.



Three Chemcatcher™ receiving discs ready for deployment.

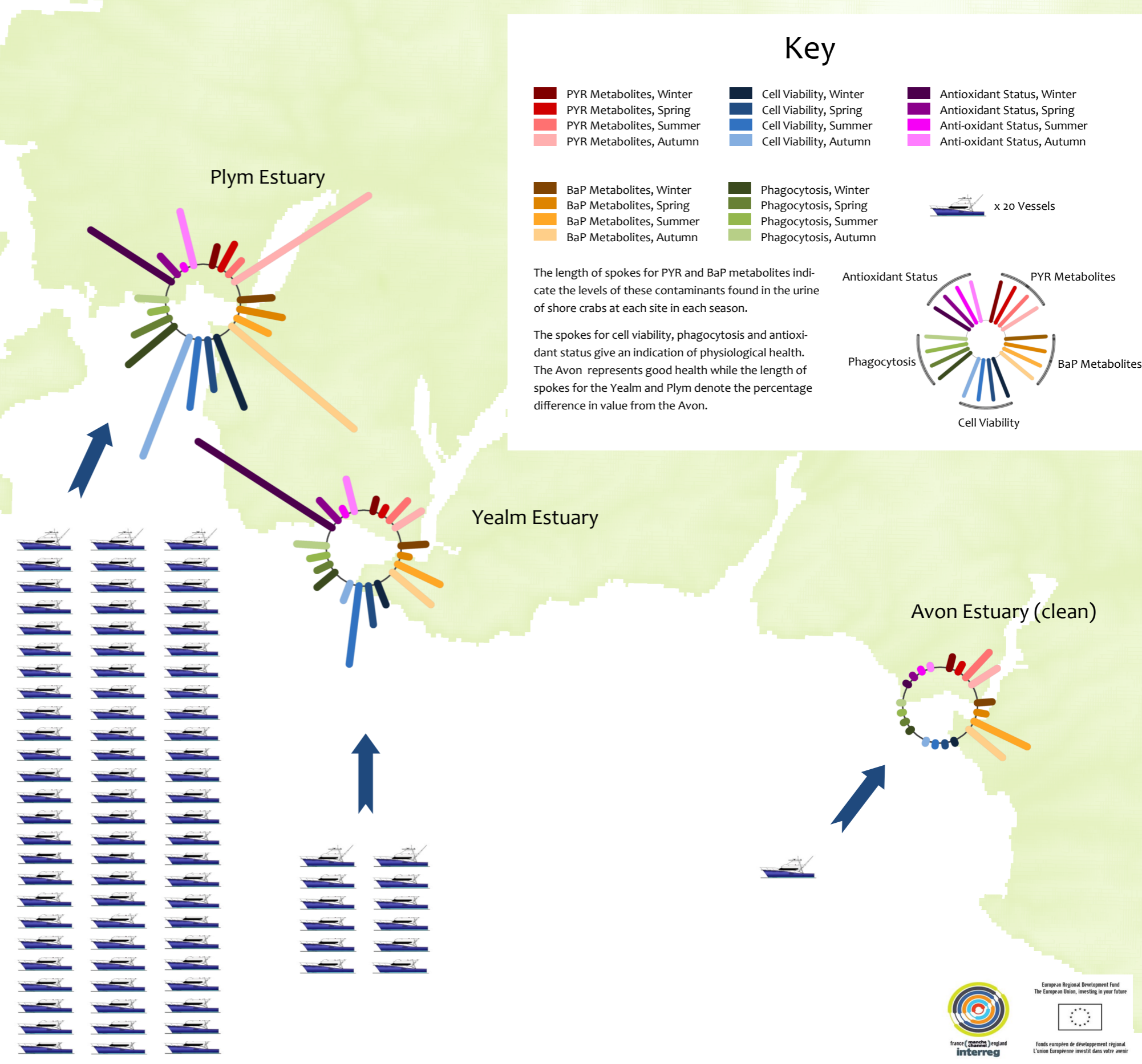
PAH Contamination and Biological Effects

Coastal marine waters and sediments, including estuaries, continually receive contaminants from human activities that are potentially toxic to aquatic organisms. The recent emphasis of marine environmental monitoring has been to develop biological measurements of anthropogenic impact, including physiological assessments of the 'health' of chosen test species. Unfortunately, implementation of such an approach is impeded by a lack of understanding of the basic biochemistry of test organisms, such as the natural seasonal variation in physiological ranges for specific chemicals.

Here, we present biological effects of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure in the shore crab, *Carcinus maenas* which is a common inhabitant of various coastal habitats throughout Northern Europe and widely employed as a bioindicator species. This example demonstrates how biological responses may be implemented as indicators of water quality (Dissanayake et al. 2011). PAHs present in the water column can be detected in urine collected from shore crabs. Fluorescence detection of PAH metabolites (PYR and BaP) was developed to signal PAH exposure in both fish and crustacea. Crabs from all estuary sites demonstrated levels of PAH metabolites in the urine, indicating that crabs had been exposed to hydrocarbons from the water column. The different PAH metabolite levels reflect the varying anthropogenic input from maritime and confirm that the Avon Estuary is a relatively clean site while the Plym Estuary is relatively high in PAHs. As the Avon was taken to represent the clean site, physiological differences between the Avon and Plym crabs were apparent throughout the year, irrespective of season, highlighting that Plym Estuary crabs displayed biological effects due to PAH exposure.

Physiological impacts include lower viability of haemocytes (oxygen carrying blood cells) in summer and decreased ability to deal with oxidative damage as shown by antioxidant capacity in autumn. Repercussions of such biological impacts mean crabs are vulnerable in these times of the year and may act as 'windows of sensitivity' to contaminant exposure.

A major goal of the Eu Water Framework Directive (2000/60/EC) (European Commission 2009) is the protection, improvement and sustainable use of aquatic environments. In order to achieve and maintain 'good environmental status' (i.e. chemical levels) and good ecological status (species biodiversity) would be to monitor biological impacts in the biota which would signal chemical exposure and act as early warning signals prior to any ecological impacts such as loss in biodiversity.



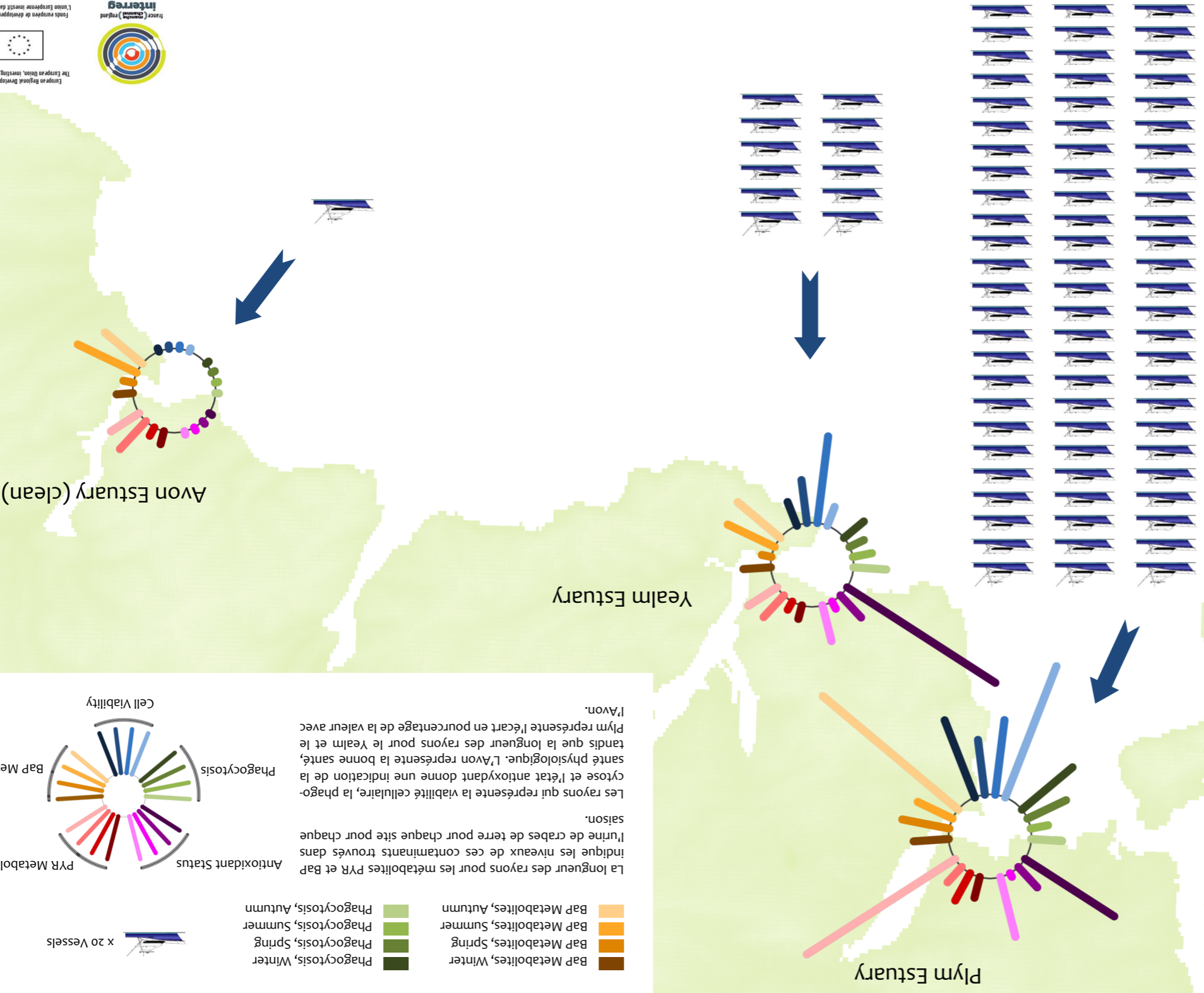
Contamination au HAP et effets biologiques

Les eaux marines côtières et les sédiments, y compris dans les estuaires, reçoivent continuellement des contaminants produits par les activités humaines qui sont potentiellement toxiques pour les organismes aquatiques. L'intérêt récent pour la supervision du milieu marin a surtout porté sur l'élaboration de mesures biologiques de l'impact anthropique, y compris des évaluations physiologiques de la santé des espèces choisies pour les essais. Malheureusement, la mise en œuvre d'une telle approche est entravée par le manque de connaissances de la biochimie fondamentale des organismes, y compris les fourchettes physiologiques normales comme celles dues aux variations saisonnières.

Nous présentons ici les effets biologiques d'une exposition aux hydrocarbures sur le crabe *Carcinus maenas*, qui est commun dans divers habitats côtiers de toute l'Europe du Nord et régulièrement employé comme espèce bio-indicatrice. Cet exemple montre comment les réponses biologiques peuvent être mises en œuvre comme indicateurs de la qualité de l'eau (m. Dissanayake et al. 2011). Dans cette étude de cas, nous montrons que les HAP présents dans la colonne d'eau peuvent être surveillés en utilisant l'urine prélevée sur les crabes verts. La détection fluorimétrique des métabolites de HAP a été développée pour signaler l'exposition aux HAP dans les poissons et les crustacés. Les crabes de tous les sites estuariens ont révélé des traces de métabolites de HAP dans l'urine, ce qui indique qu'ils ont été exposés aux hydrocarbures de la colonne d'eau. Les différents niveaux de métabolites de HAP reflètent les variations de l'apport anthropique issu des activités maritimes, dues aux faibles et fortes concentrations de métabolites de HAP, confirmant ainsi que l'estuaire de l'Avon est un site relativement propre et que l'estuaire du Plym contient un taux relativement élevé de HAP. Comme l'Avon a été choisi pour représenter le site propre, des différences physiologiques entre les crabes de l'Avon et ceux du Plym se sont révélées tout au long de l'année, quelle que soit la saison, mettant en évidence les effets biologiques de l'exposition aux HAP sur les crabes de l'estuaire du Plym.

Les impacts physiologiques comprennent une moindre viabilité des hémocytes (cellules sanguines transportant l'oxygène) en été et une diminution de la capacité à lutter contre le stress oxydatif comme l'indique leur capacité antioxydante à l'automne. Les répercussions de tels impacts biologiques signifient que les crabes sont vulnérables durant ces périodes de l'année et peuvent servir de fenêtres de sensibilité à l'exposition aux contaminants.

Un des principaux objectifs de la Directive cadre sur l'eau est la protection, l'amélioration et l'utilisation durable des milieux aquatiques. Pour atteindre et maintenir un "bon état environnemental" (c'est-à-dire les niveaux chimiques) et un bon état écologique (biodiversité des espèces), il faut superviser les impacts biologiques sur le biote susceptibles d'indiquer une exposition aux produits chimiques et d'agir comme un avertissement précoce avant l'apparition des impacts écologiques tels que la perte de biodiversité.



Légende

■ PYR Métabolites, Winter	■ Cell Viability, Winter
■ PYR Métabolites, Spring	■ Cell Viability, Spring
■ PYR Métabolites, Summer	■ Cell Viability, Summer
■ PYR Métabolites, Autumn	■ Cell Viability, Autumn
■ BAP Métabolites, Winter	■ Phagocytosis, Winter
■ BAP Métabolites, Spring	■ Phagocytosis, Spring
■ BAP Métabolites, Summer	■ Phagocytosis, Summer
■ BAP Métabolites, Autumn	■ Phagocytosis, Autumn
■ Antioxydant Status, Winter	■ Antioxydant Status, Winter
■ Antioxydant Status, Spring	■ Antioxydant Status, Spring
■ Antioxydant Status, Summer	■ Antioxydant Status, Summer
■ Antioxydant Status, Autumn	■ Antioxydant Status, Autumn

La longueur des rayons pour les métabolites PYR et BAP indique les niveaux de ces contaminants trouvés dans l'urine de crabes de terre pour chaque site pour chaque saison.

Les rayons qui représentent la viabilité cellulaire, la phagocytose et l'état antioxydant donne une indication de la santé physiologique. L'Avon représente la bonne santé, tandis que la longueur des rayons pour le Yealm et le Plym représente l'écart en pourcentage de la valeur avec l'Avon.

Antioxydant Status
Cell Viability
Phagocytosis
BAP Métabolites
PYR Métabolites

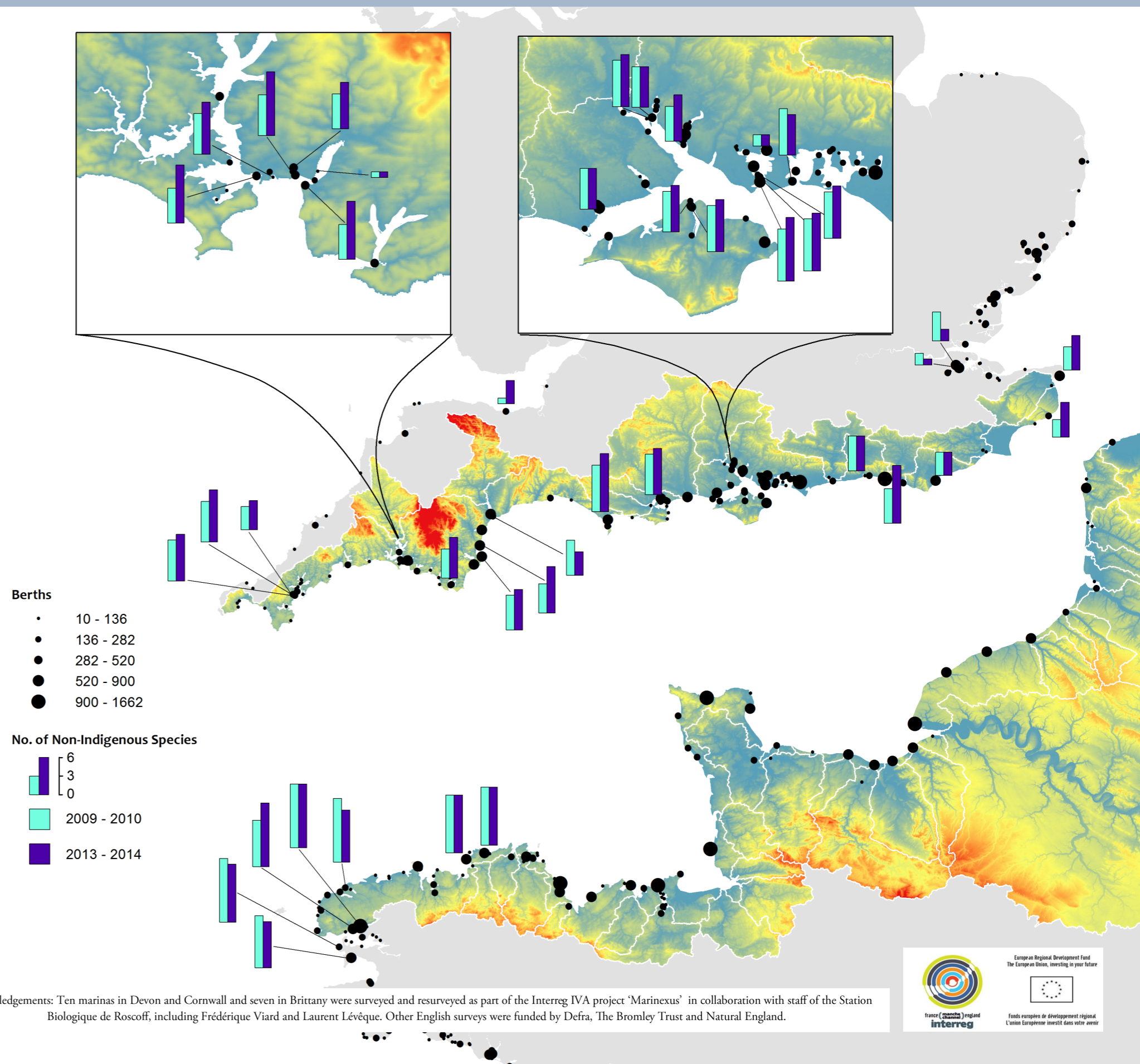
x 20 Vessels

Coastal Non-Indigenous Species

Coastal ports, harbours and marinas are prime sites for the arrival and establishment of non-indigenous species (NIS), which are a potential threat to native biodiversity, human health and ecosystem services. These sheltered artificial habitats are frequently located in transitional waters of river mouths and estuaries, from where introduced aquatic species can spread seaward or into river systems, according to their environmental requirements. Marinas are priority sites for monitoring, being 'hotspots' for the occurrence of NIS, and their floating pontoons allow access to shallow subtidal biota at any state of tide. The map shows the results of standardised searches ('Rapid Assessment Surveys', RAS) of marinas on the English Channel coast in 2009-10, repeated in 2013-14, and relates to sessile animals - those that live as adults attached to a solid surface, and generally feed on organic particles, including plankton, suspended in the surrounding water. (Examples include barnacles, oysters, sea-squirts and moss animals.)

The total of species recorded on each occasion from a suite of thirteen sessile animal NIS is shown. At English sites, numbers of NIS generally increased between surveys, but a similar increase was not evident at the marinas in Brittany, where numbers were already higher in 2009-10 than those in 2013-14 in England. Despite this, the lists of NIS present on the two sides of the Channel are very similar. The difference is that in 2009-10 most of these species were already widespread in Brittany - present in the majority of marinas - whereas in England most species were infrequent, present in only some or a few marinas. This seems to be because a suite of relatively recent introductions to NW Europe are longer established in France, and have thus colonised most of the available marina sites, whereas they are more recent arrivals in England and are still spreading from site to site. It therefore seems that the recent flux of NIS across the Channel within this category of organism has been predominantly northwards.

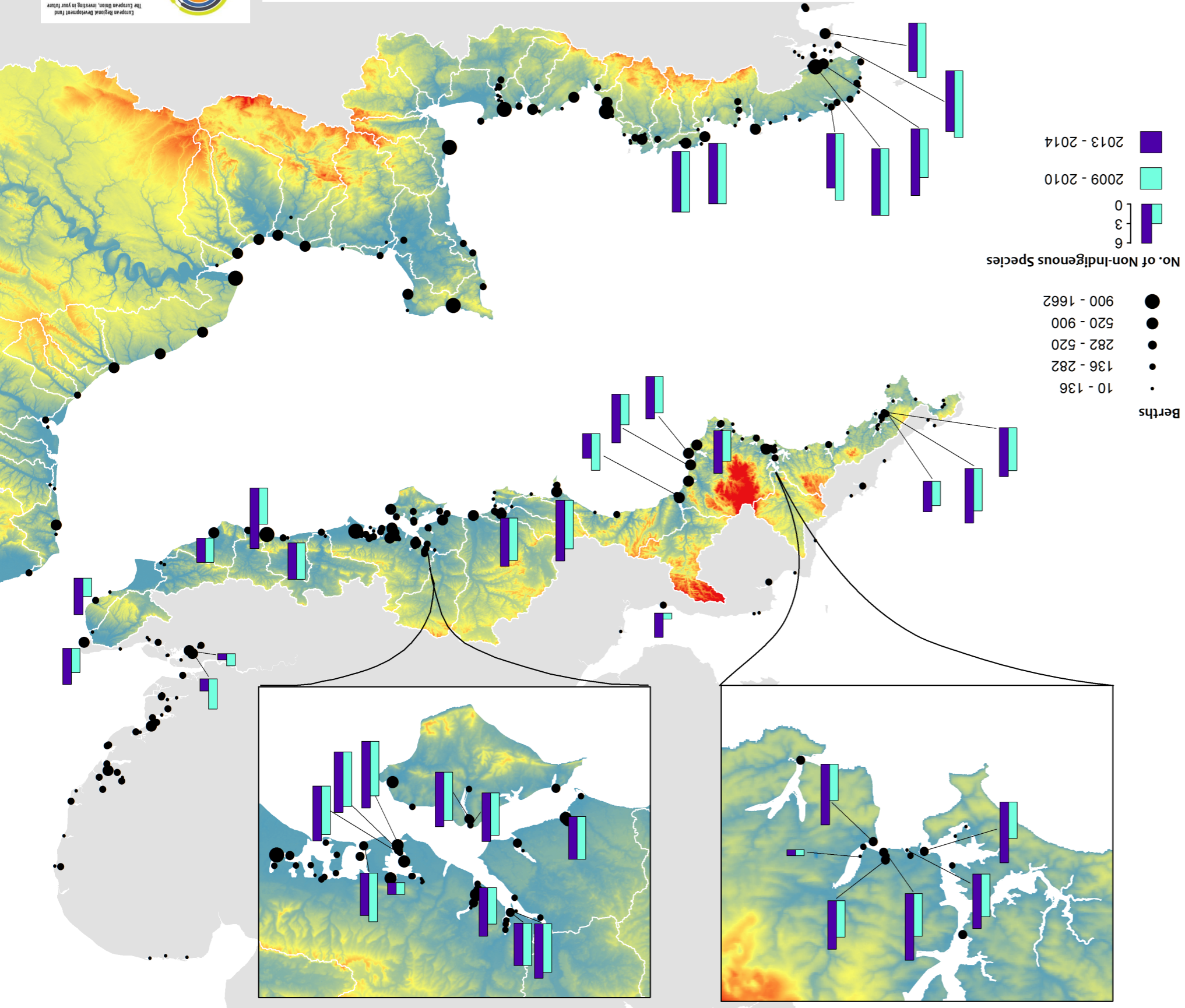
Also shown is the approximate number of marina berths or moorings per site, emphasising the very substantial (and increasing) scale of the infrastructure associated with leisure boating on the Channel coast and the presence of clusters of boating activity such as in the Solent and along the Devon coast.



Acknowledgements: Ten marinas in Devon and Cornwall and seven in Brittany were surveyed and resurveyed as part of the Interreg IVA project 'Marinexus' in collaboration with staff of the Station Biologique de Roscoff, including Frédérique Viard and Laurent Lévêque. Other English surveys were funded by Defra, The Bromley Trust and Natural England.



Remerciements. Des enquêtes ont été effectuées dans dix ports de plaisance dans le Devon et en Cornouailles et sept en Bretagne puis reproduites dans le cadre du projet Interreg IVA « Marinexus ». D'autres enquêtes en Angleterre ont été financées par Defra, le Bromley Trust et Natural England.



Présence d'espèces non-indigènes côtières

Les marinas, les havres et les ports côtiers sont des sites privilégiés pour l'arrivée et l'établissement d'espèces non-indigènes (ENI), qui représentent une menace potentielle pour la biodiversité indigène, la santé humaine et les services écosystémiques. Ces habitats artificiels abrités se trouvent fréquemment dans les eaux de passage des embouchures de fleuves et des estuaires à partir desquelles les espèces aquatiques introduites peuvent se propager en mer ou dans les réseaux hydrographiques en fonction de leurs exigences environnementales. Les ports de plaisance sont des sites de surveillance prioritaires en tant que points chauds de la présence d'ENI et les pontons flottants leur permettent d'accéder aux biotes subtidiaux peu profonds quel que soit l'état de la marée. Cette carte montre les résultats de recherches normalisées (Enquêtes d'évaluation rapide) effectuées dans les ports de plaisance sur les côtes de la Manche en 2009-2010, puis en 2013-14 et concernant les animaux sessiles — ceux qui vivent au stade adulte attachés à une surface solide et se nourrissent généralement de particules organiques, y compris de plancton en suspension dans les eaux environnantes. (Exemples : anatfes, huîtres, ascidies et bryozoaires.)

La totalité des espèces notées à chaque occasion parmi un groupe de treize espèces non-indigènes d'animaux sessiles NIS est indiquée. Du côté anglais de la Manche, le nombre d'espèces non-indigènes dans un site a généralement augmenté entre les enquêtes, mais une augmentation similaire n'était pas apparente dans les ports de plaisance de Bretagne, où le nombre était déjà plus élevé en 2010 qu'en 2013-14 en Angleterre. Malgré cela, les listes d'espèces non-indigènes présentes des deux côtés de la Manche sont très similaires. La seule différence est que, en Bretagne, la plupart de ces espèces étaient très répandues — présentes dans la plupart des ports de plaisance — alors qu'en Angleterre, la plupart des espèces étaient peu fréquentes, présentes dans seulement quelques-uns ou peu de ports de plaisance. La raison semble être qu'une série d'introductions relativement récentes dans le nord-ouest de l'Europe étaient établies depuis plus longtemps en France et ont ainsi colonisé la plupart des sites de marinas disponibles, alors qu'elles sont arrivées plus récemment en Angleterre et se répandent encore d'un site à un autre. Il semble donc que le flux récent d'espèces non-indigènes outre-Manche parmi cette catégorie d'organismes se soit produit principalement vers le Nord.

Le nombre approximatif d'anneaux ou de mouillages dans les marinas par estuaire est également indiqué pour souligner l'importance considérable (et croissante) de l'infrastructure associée à la plaisance sur les côtes de la Manche ainsi que la présence de centres d'activités nautiques dans certaines grandes baies comme celles de Plymouth ou de Falmouth et dans le Solent.

Ecosystem Services Mapping

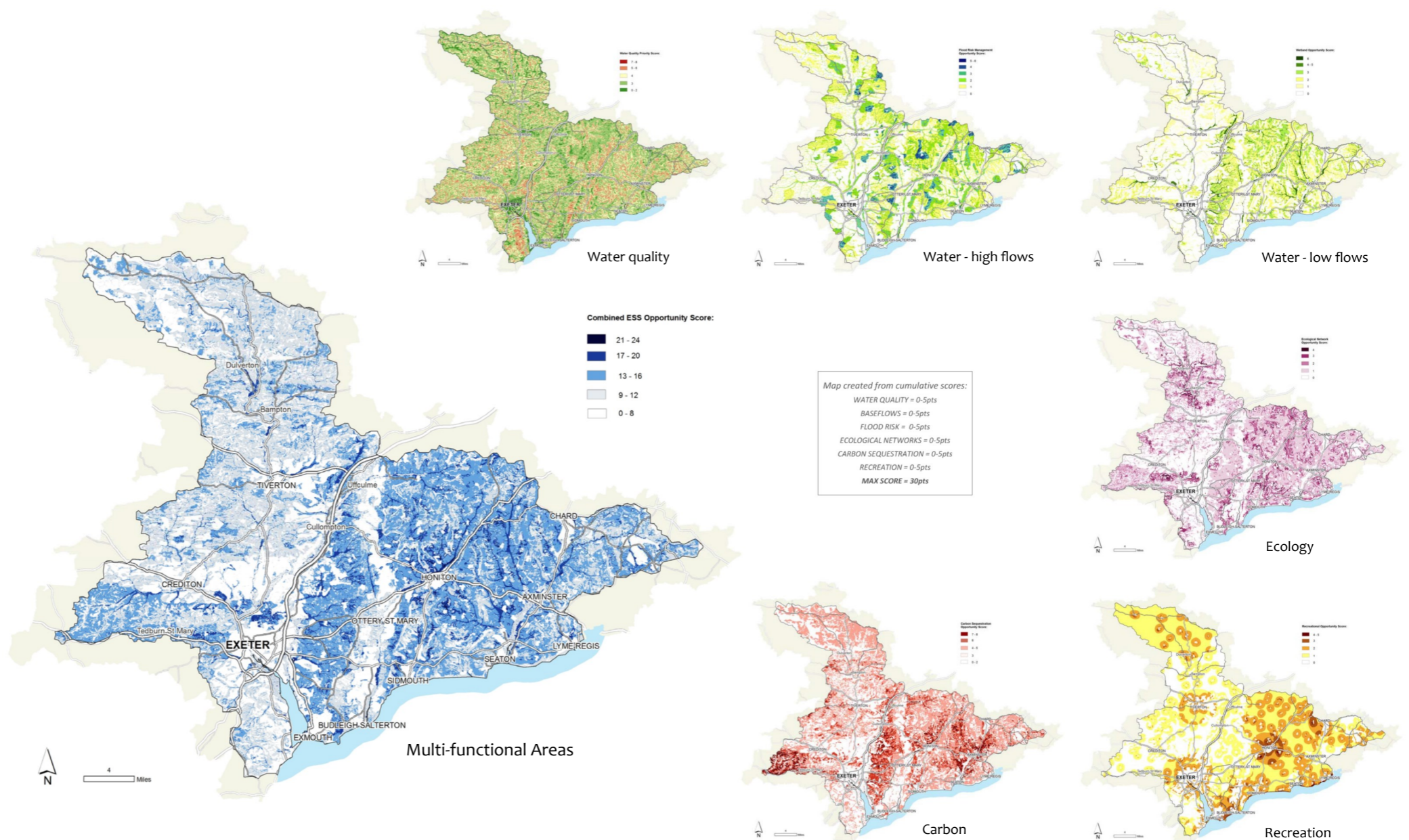
The Westcountry Rivers Trust, in collaboration with DEFRA and the Rivers Trust, has developed a method for undertaking stakeholder-led spatial visualisation of ecosystem services provisioning areas across a catchment landscape. During this participatory process, stakeholders from all sectors, including private businesses, public bodies, charities and other local interest groups, and technical specialists, work with a broker/facilitator to collate and scrutinise all of the data and evidence relating to environmental infrastructure and ecosystem services provision for their area of interest.

Once the evidence has been evaluated, the partnership then works to develop a series of conceptual models or 'rules' that 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 realise the greatest enhancement in the provision of multiple ecosystem services.

Fundamentally this is a data visualisation and evidence exploration process that facilitates the development of a shared vision and language in a catchment group. The Westcountry Rivers Trust believes that this approach could be of great utility to other partnerships engaged in DEFRA's Catchment-Based Approach, which has been established in catchments across the UK to help effectively target efforts to meet standards set out under the EU's Water Framework Directive. The Trust has developed a manual to enable other organisations to simply and effectively adopt this Ecosystem Services approach in their catchments if required.

Multifunctional Ecosystem Services Opportunity Areas

These maps illustrate the final synthesis of the conceptual models / data exploration exercises where they have been combined to identify areas important for the provision of multiple ecosystem services. Locations where areas of high opportunity in the individual services coincide can be considered to be important targets for measures to enhance the provision of multiple ecosystem services.



CARTOGRAPHIE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS L'EST DU DEVON

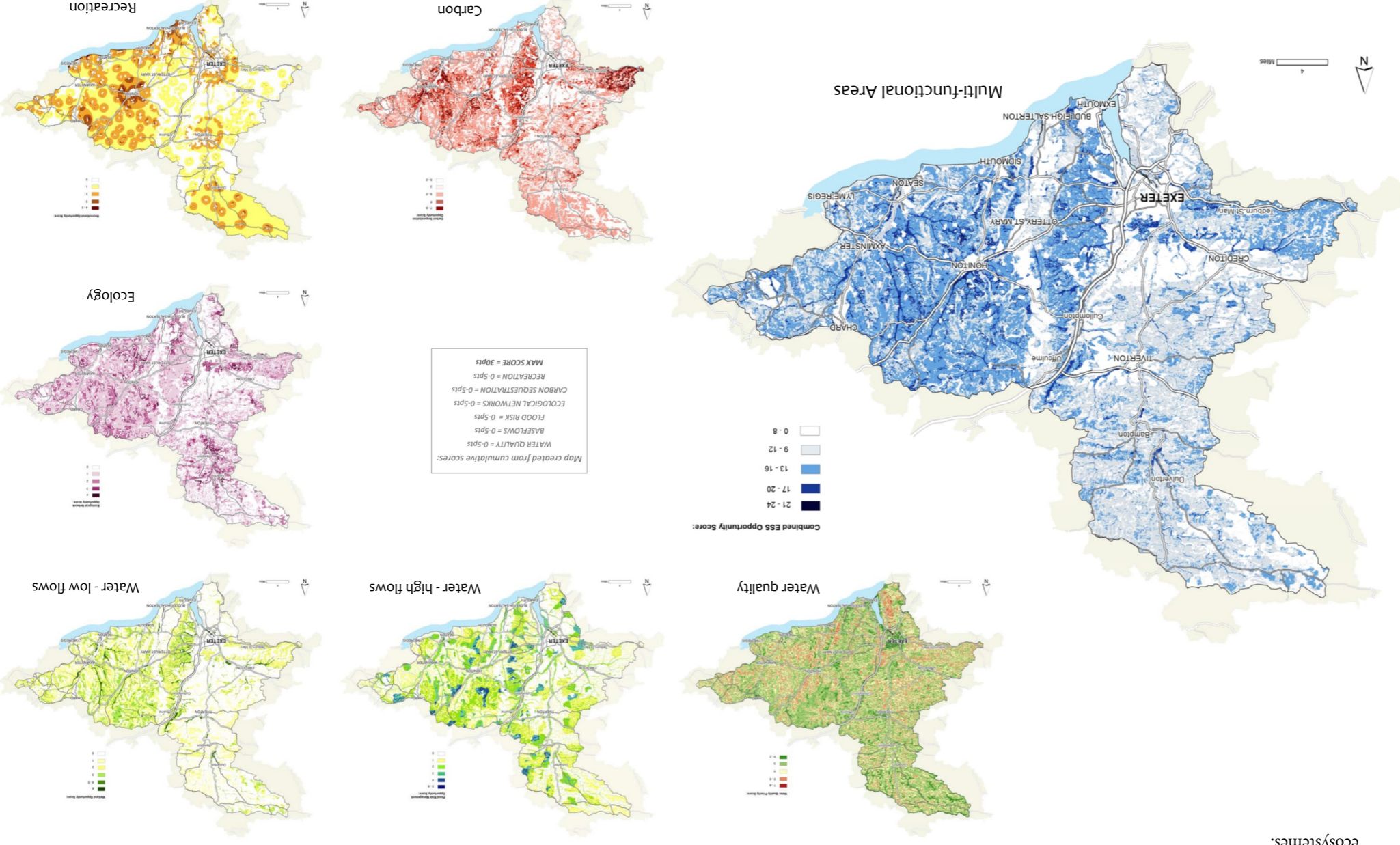
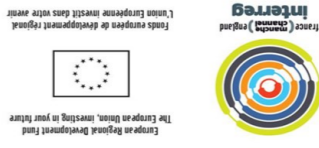
Nick Paling and Sarah Wigley, Westcountry Rivers Trust

Cartographie des services écosystémiques

Le Westcountry Rivers Trust, en collaboration avec DEFRA et le Rivers Trust, a mis au point une méthode permettant aux intervenants d'entreprendre une visualisation spatiale des zones d'approvisionnement des services écosystémiques dans le paysage du bassin versant. Dans le cadre de cette procédure participative, les intervenants de tous les secteurs, entreprises privées, organismes publics, associations caritatives et autres groupes d'intérêt locaux ainsi que des spécialistes techniques, travaillent avec un intermédiaire/facilitateur à la collecte et à l'examen de toutes les données et éléments probants concernant l'infrastructure environnementale et la fourniture des services écosystémiques dans leur domaine d'intérêt.

Une fois que les éléments probants ont été évalués, le partenaire travaille alors au développement d'une série de modèles conceptuels ou « règles » qui peuvent être utilisés pour déterminer les zones du bassin versant les plus susceptibles de jouer un rôle essentiel dans la fourniture de divers services écosystémiques, seules ou groupées. Ces domaines prioritaires sont les endroits où un programme de mesures peut apporter la plus grande amélioration dans la fourniture de services écosystémiques multiples.

A la base, c'est une procédure de visualisation des données et d'exploration des éléments probants qui facilite le développement d'une vision et d'un langage communs au sein du groupe d'un bassin versant. Le Westcountry Rivers Trust pense que cette approche pourrait être très utile à d'autres partenaires engagés dans l'approche du DEFRA axée sur les bassins versants qui a été appliquée dans les bassins versants de tout le Royaume-Uni pour aider à cibler effectivement les efforts afin de satisfaire aux normes établies au titre de la Directive cadre sur l'eau de l'UE. Le Westcountry Rivers Trust a produit un manuel permettant et efficacement au besoin cette approche des services écosystémiques dans leurs bassins.



Domaines d'opportunité dans les services d'écosystème multifonctionnel

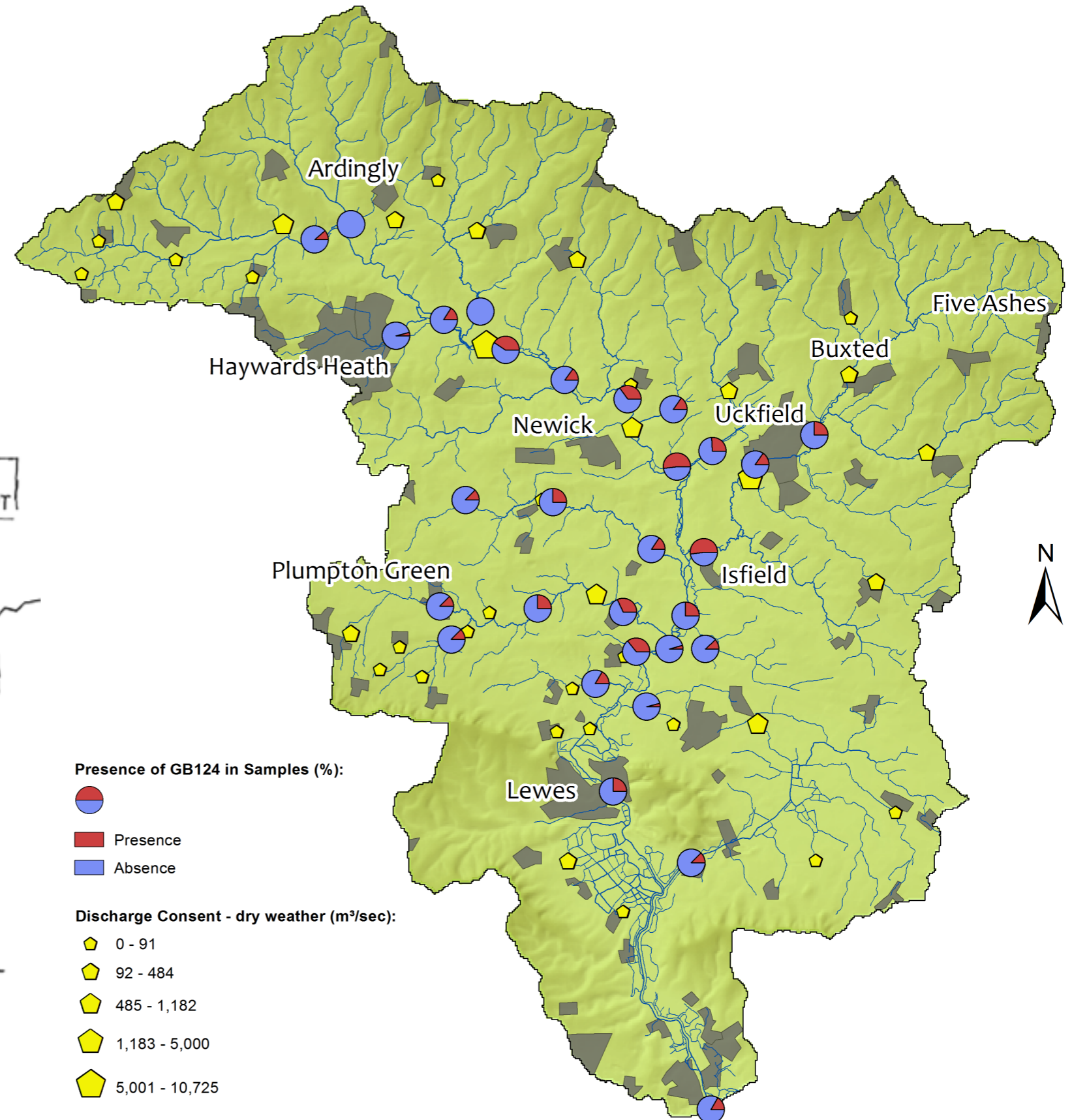
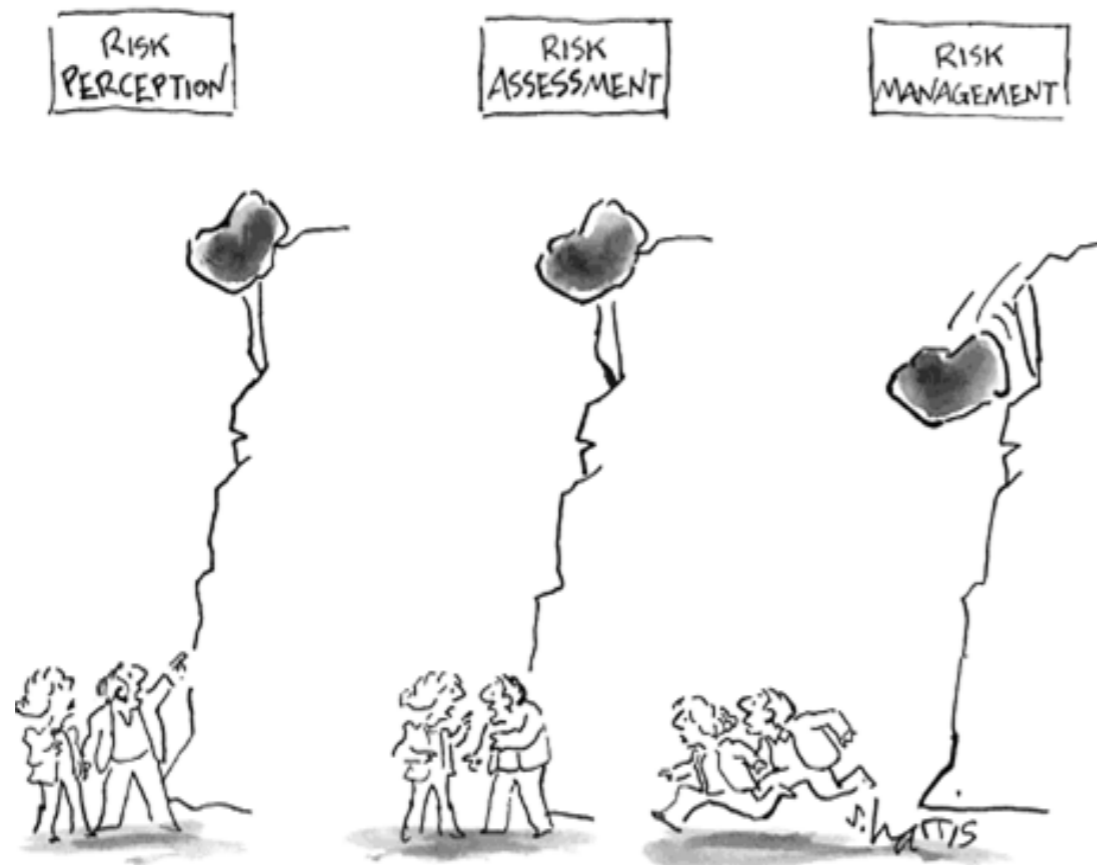
Ces cartes présente les modèles conceptuels / les exercices d'exploration de données où ils ont été combinées pour identifier les domaines importants pour l'approvisionnement de services pour plusieurs écosystèmes. Les endroits où les zones de forte possibilité dans les services individuels coïncident peuvent être considérés comme des zones prioritaires pour les mesures destinées à améliorer l'approvisionnement de services pour plusieurs écosystèmes.

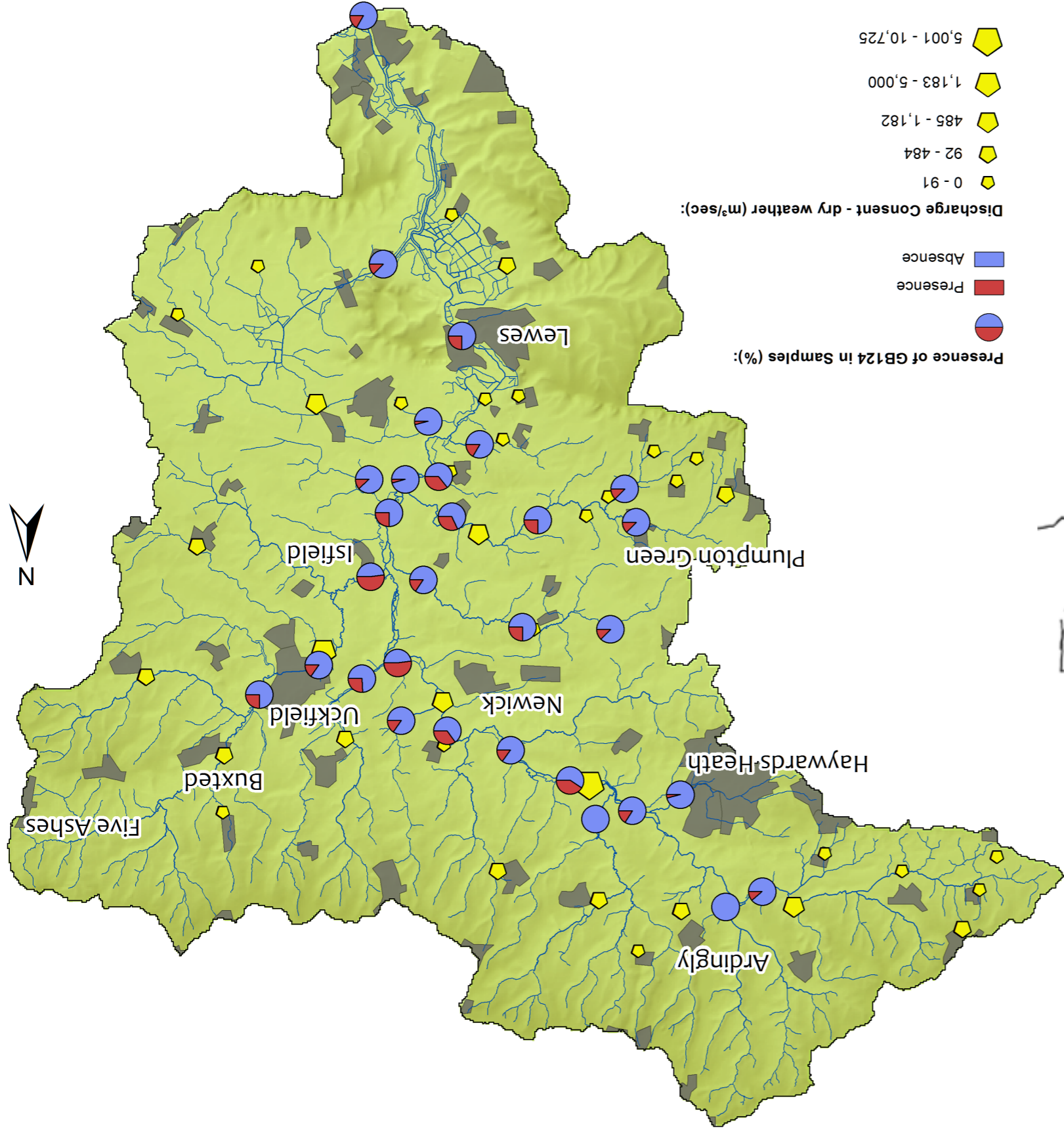
Catchment Risk Mapping

The AquaManche aquatic risk management toolbox (ARMT) brings together monitoring, microbial source tracking and modelling tools which may offer risk prediction and inform future management within river catchments.

The ARMT is designed to provide information to a wide range of stakeholders and will provide a web-based source of information for interested groups.

This catchment risk map for the River Ouse catchment in Sussex illustrates the results of microbial source tracking and the percentage of samples that tested positive for human faecal contamination. This is measured by testing for the human specific *Bacteroides* host strain (GB124) in samples taken from locations throughout the catchment.

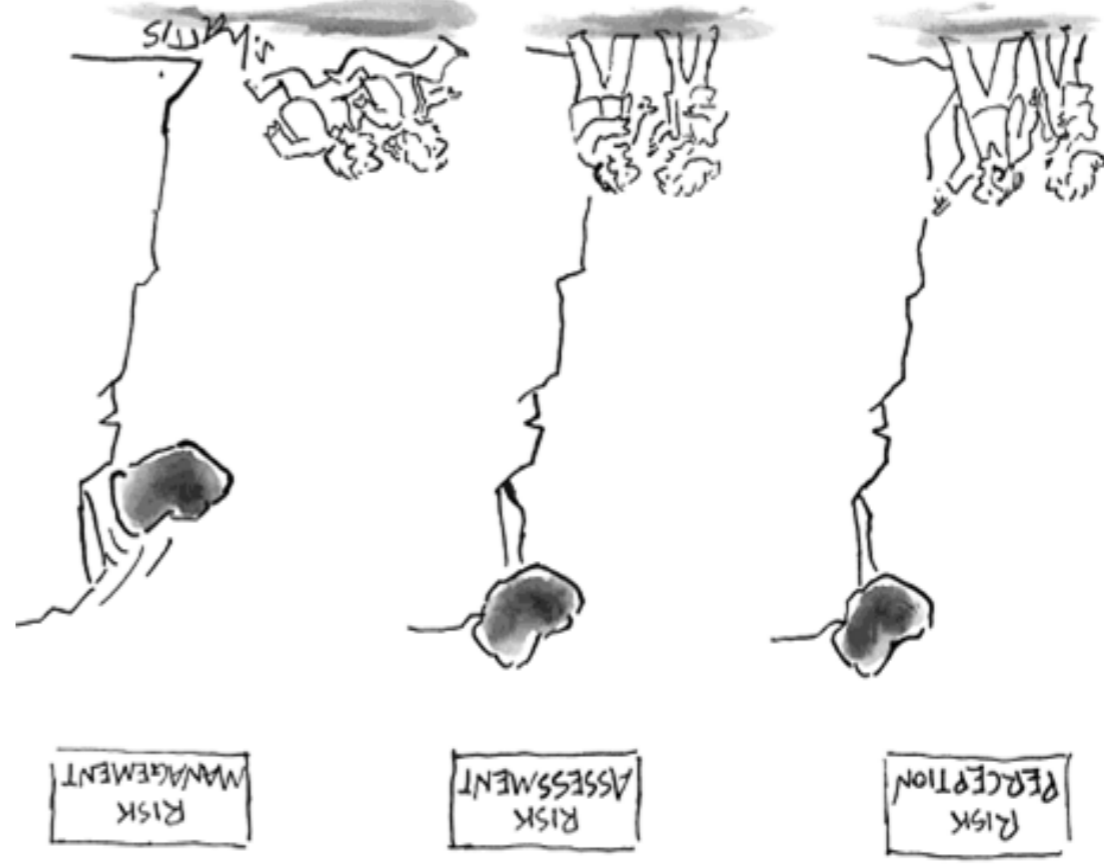




Cartographie des risques dans les bassins versants

AquaManche est une boîte à outils de gestion des risques en milieu aquatique, qui rassemble des outils de surveillance, de localisation des sources microbiennes et de modélisation. Ils peuvent ainsi prévenir des risques et informer les futures orientations de gestion des bassins versants.

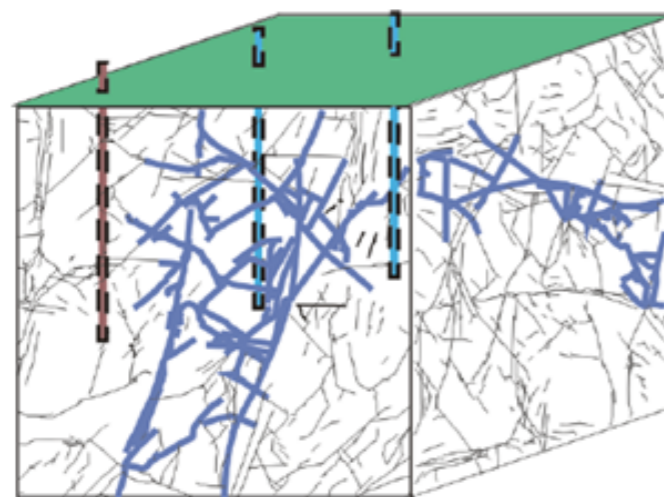
AquaManche est destiné à équiper un large éventail d'acteurs de ce terrain d'une réelle ressource d'information. Cette carte de la rivière Ouse en Sussex montre les résultats de la localisation des sources microbiennes et le pourcentage d'échantillons qui ont été restés positifs à la contamination avec des matières fécales humaines. Ceci est mesuré en restaurant pour la souche bactérienne GB124, spécifique aux humains, des échantillons prélevés à différents endroits du bassin versant.



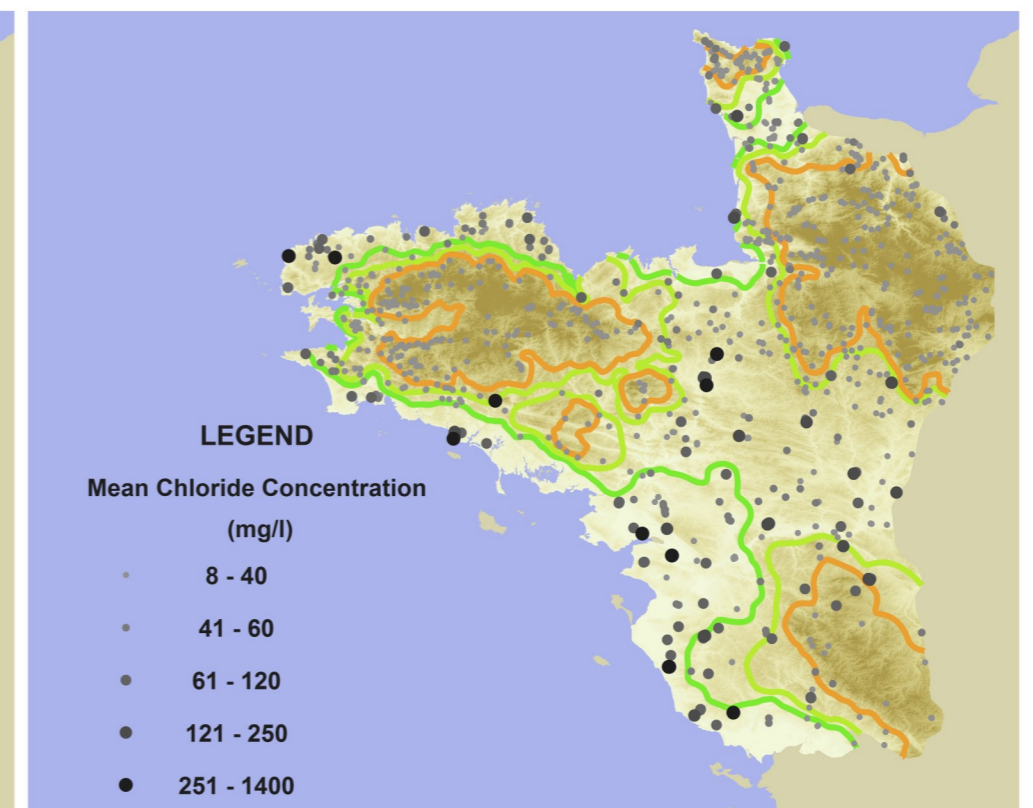
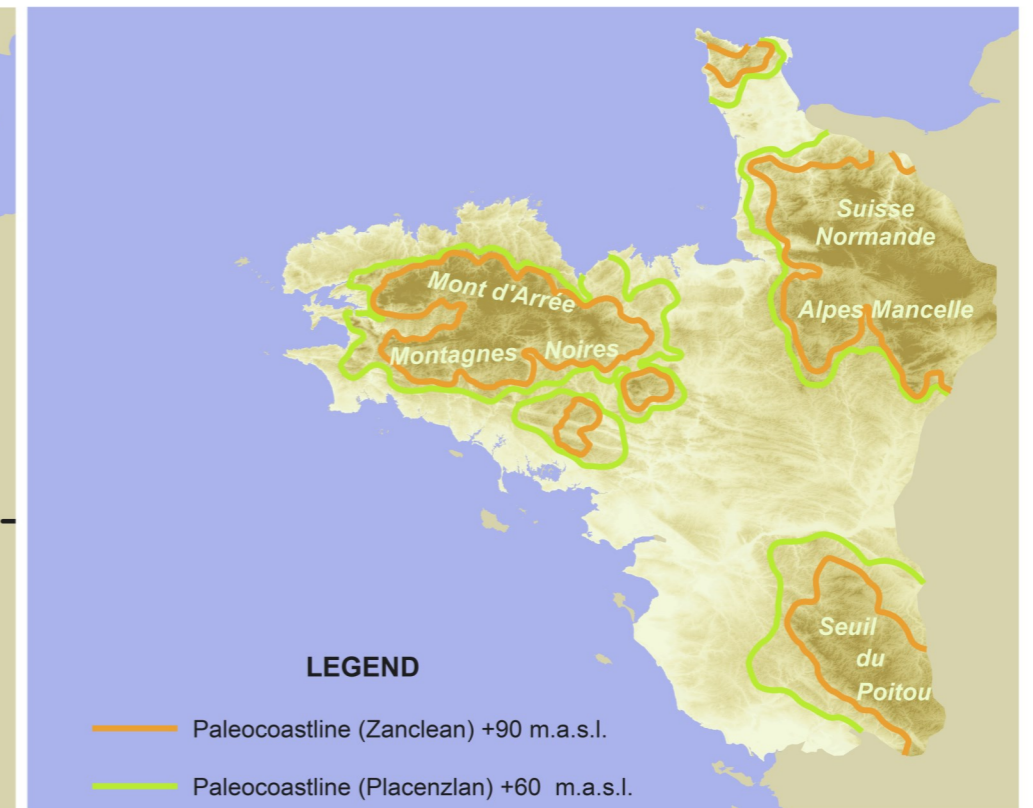
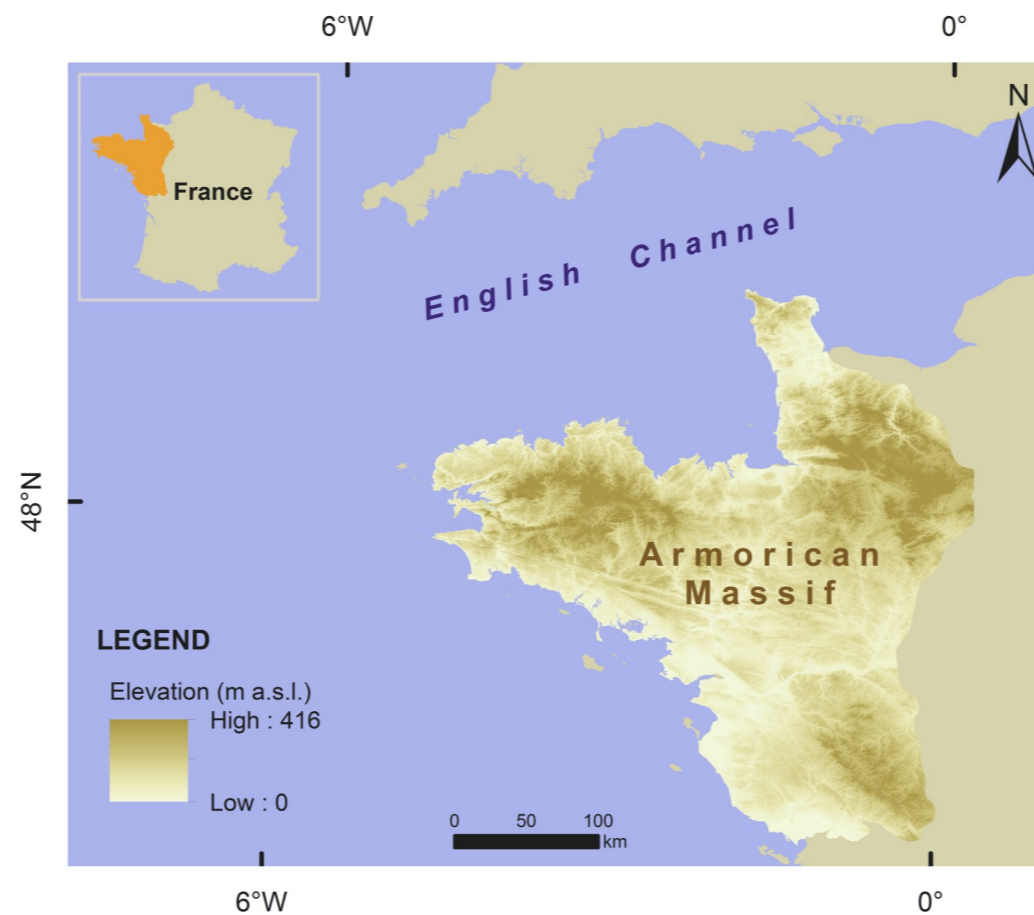
Distribution of Chloride in Groundwater

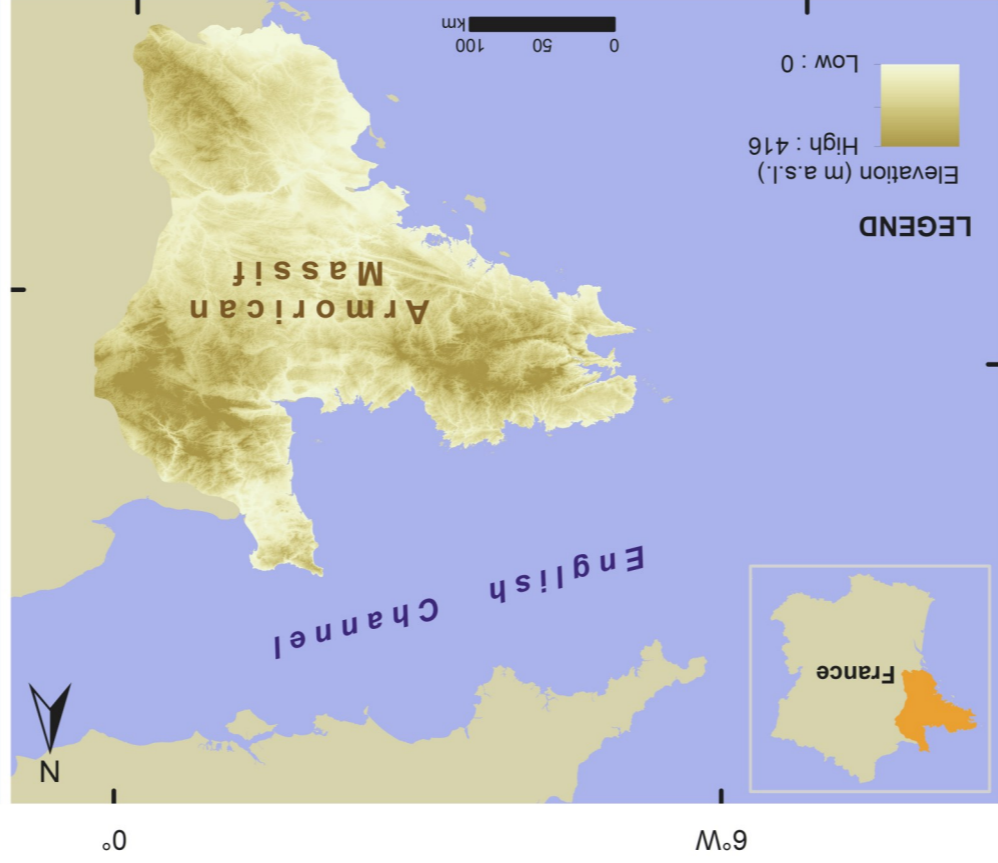
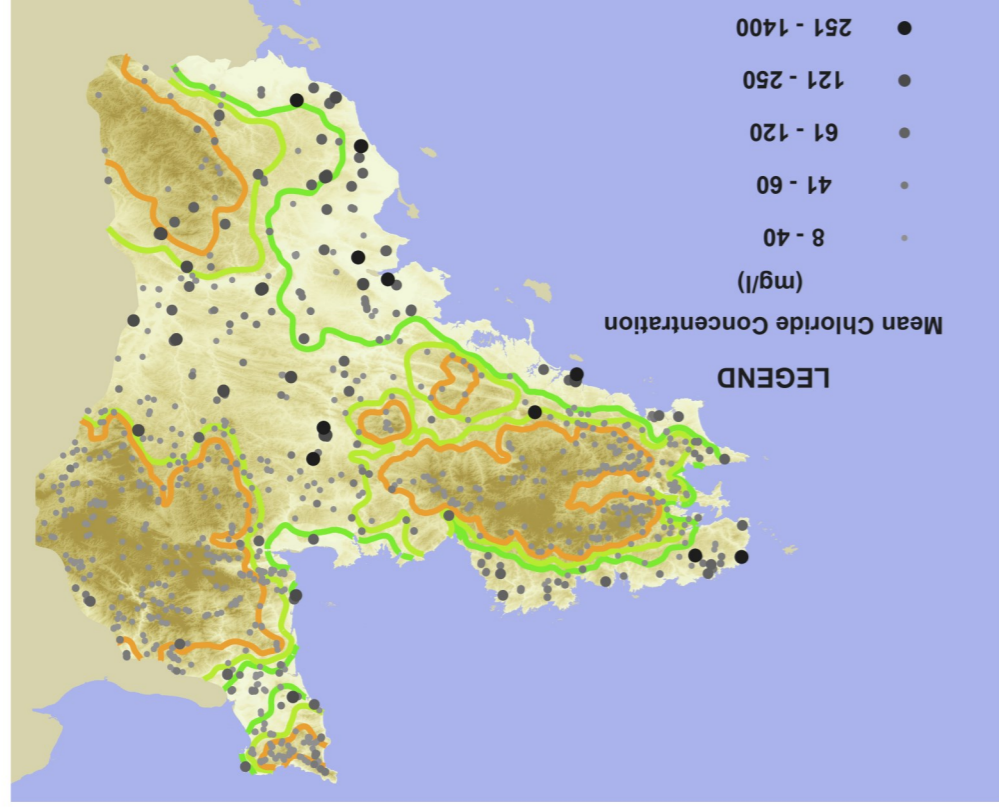
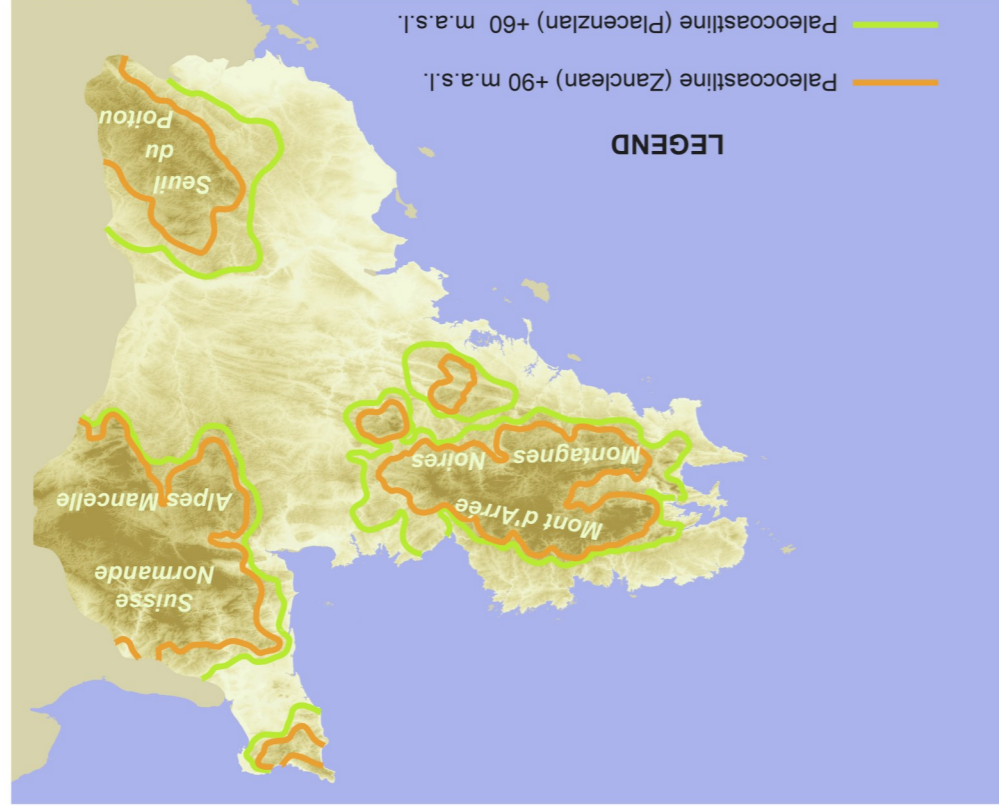
During the last 5 million of years, the geomorphology of Brittany Region has been completely modified, mainly as a result of marine transgressions. Over the Last Tertiary Period, in three opportunities the sea level increased of 90 m (6-4.6 My), 60 m (2.7My) and 30 m (2-1.6 My) above the actual level on the coast of the Armorican Massif. The consequence of the described marine intrusions was the land submersion and the transformation (two times) of the region in an island or peninsula. For the first two transgressions, only higher relief remained emerged: Mont d'Arrée, Montagnes Noires, Suisse Normande, Alpes mancelle and Seuil du Poitou. Rennes basin was still emerging during the last marine transgression which rises to 30 meters high and penetrates not as far as the others inland.

The distribution of the actual concentration of chloride in groundwater (except from polluted sites) of the Armorican Massif is the witness of the Geological history of Brittany. The areas which have never been immersed during the last 5 My show chloride concentration less than 40mg/L meanwhile in submerged areas chloride concentration can exceed 1g/L and thus limits water abstraction for tap water.



3D representation of a fractured heterogeneous aquifer.





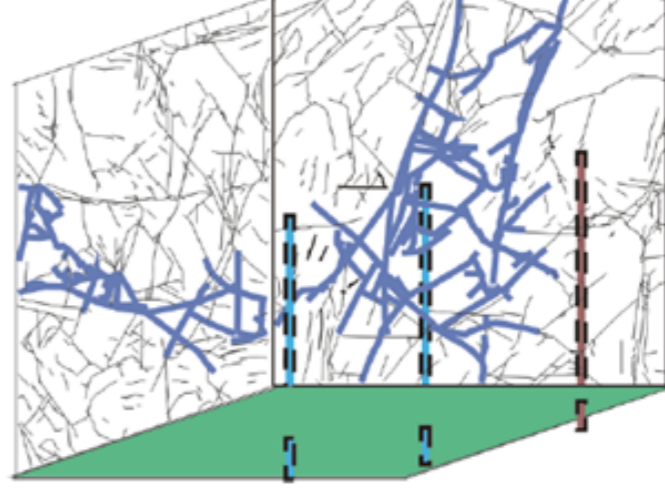
48°N

Distribution des chlorures dans les eaux souterraines

A l'échelle des 5 derniers millions d'années la géomorphologie de la Région de Bretagne a été complètement modifiée, principalement, comme résultat des transgressions marines. Pendant la fin du Tertiaire, à 3 reprises le niveau de la mer augmenté 90 m (6-4.6 My), 60 m (2.7My) et 30 m (2-1.6 My) par rapport au niveau actuel dans les côtes du Massif Armoricain.

La principale conséquence de ces intrusions marines a été la submersion d'une partie de la Région et sa transformation dans une île ou presque île deux fois. Lors des deux premières transgressions, seuls les reliefs les plus hauts sont restés immergés : monts d'Arree et montagnes noires, Suisse normande, Alpes Mançelles et Seuil du Poitou. La dernière transgression marine d'une hauteur de 30 m a pénétré moins profondément dans les terres laissant émergé l'ensemble du bassin rennais.

La distribution des concentrations en chlorures dans les eaux souterraines (hors pollution industrielle locale) du massif Armoricain témoigne de l'histoire géologique de la Bretagne. Les zones continuellement émergées au cours des 5 derniers millions d'années présentent des concentrations en chlorures qui ne dépassent pas les 40 mg/L. En revanche, dans les zones influencées par les transgressions, les concentrations peuvent dépasser 1g/L, limitant les possibilités d'exploitation pour l'alimentation en potable.



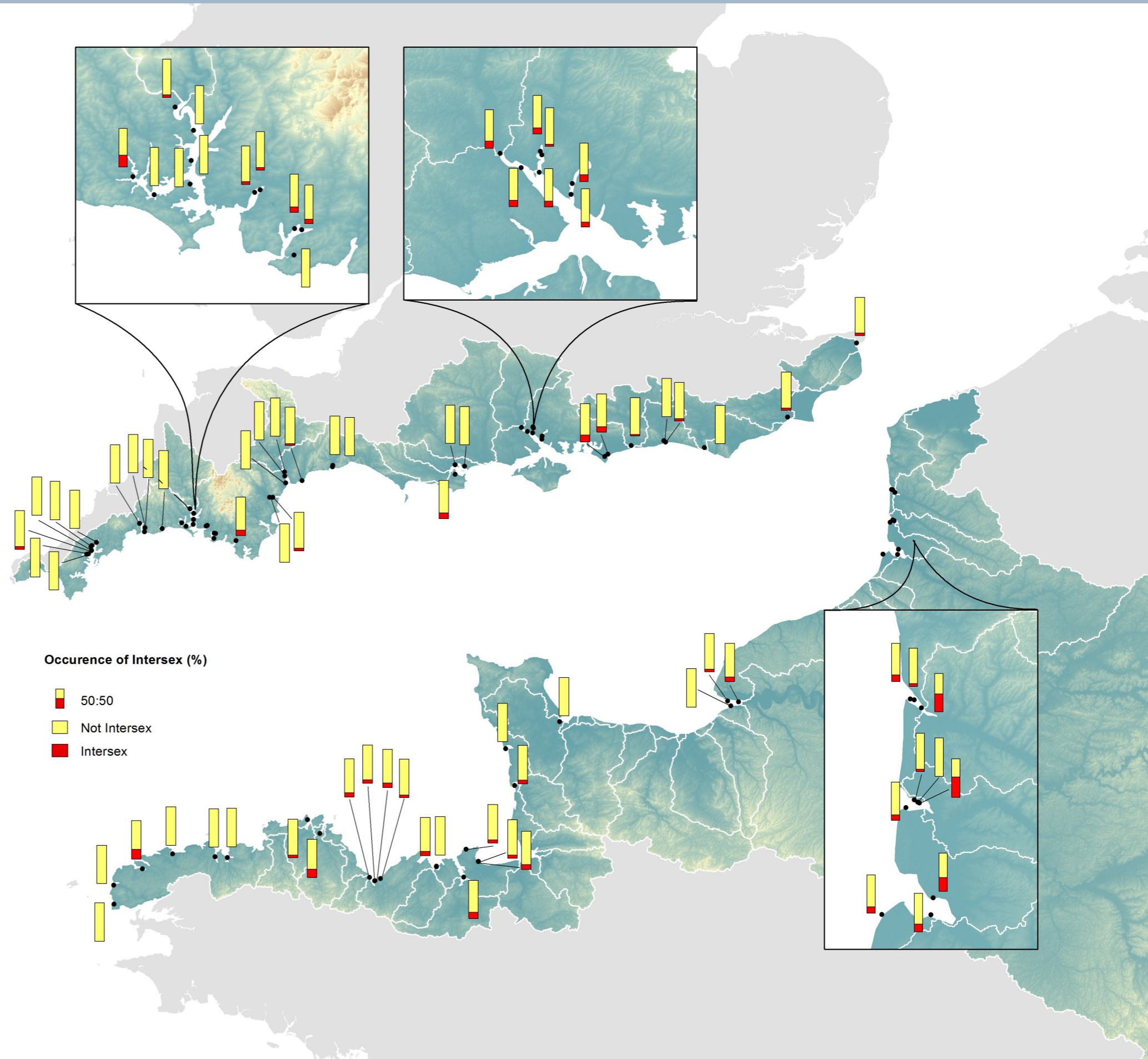
3D représentation d'un aquifère hétérogène fracture.

Endocrine Disruption in Clams

Endocrine Disruption (ED) is of growing concern. Feminisation of male fish in rivers occurs extensively and has been linked with environmental exposure to endocrine-disrupting compounds (EDC's) including oestrogens and oestrogen mimics. However, it is uncertain whether invertebrates, which comprise 95% of all animal species and are central to ecosystem function, are also susceptible. It is therefore important to develop practical tools to screen for ED effects in marine systems. Given previous ED problems in marine snails, the question of whether anthropogenic activities can influence the secularity and reproduction of shellfish populations is especially important within the Channel region.

Populations of the estuarine deposit-feeding bivalve, *Scrobicularia plana*, usually have equal numbers of male and female individuals but appear susceptible to some EDC's. Intersex, in the form of ovotestis (presence of eggs in the male gonad) occurs in some populations and is inducible in the laboratory by natural oestrogens such as 17D-oestradiol and hormone mimics such as alkylphenol. The susceptibility of *S. plana* coupled with its extensive distribution and central role in ecosystem functioning makes it a valuable biomonitor for determining ED effects together with broader threats from other contaminants.

The field campaign incorporated sampling of clams, sediments and environmental parameters including grain size, organic matter, organotins and metals. To determine effects on sexuality of clams, several easy-to-use indices were developed: sex ration, frequency and severity of intersex and oocyte size. This map illustrates occurrence of intersex at sites on both sides of the Channel: 37 of 71 UK populations were affected (52%) and 26 of 37 French populations (70%), giving an overall total of 63 out of 108 (58%). Whilst intersex was mostly at a low level (10% or less of males affected) there are sites where frequency is well above background (50% of males affected) and the severity of intersex is elevated. At a small number of sites, population sex ratios were significantly skewed from 1:1, most likely as a result of anthropogenic influence.



European Regional Development Fund
The European Union, investing in your future



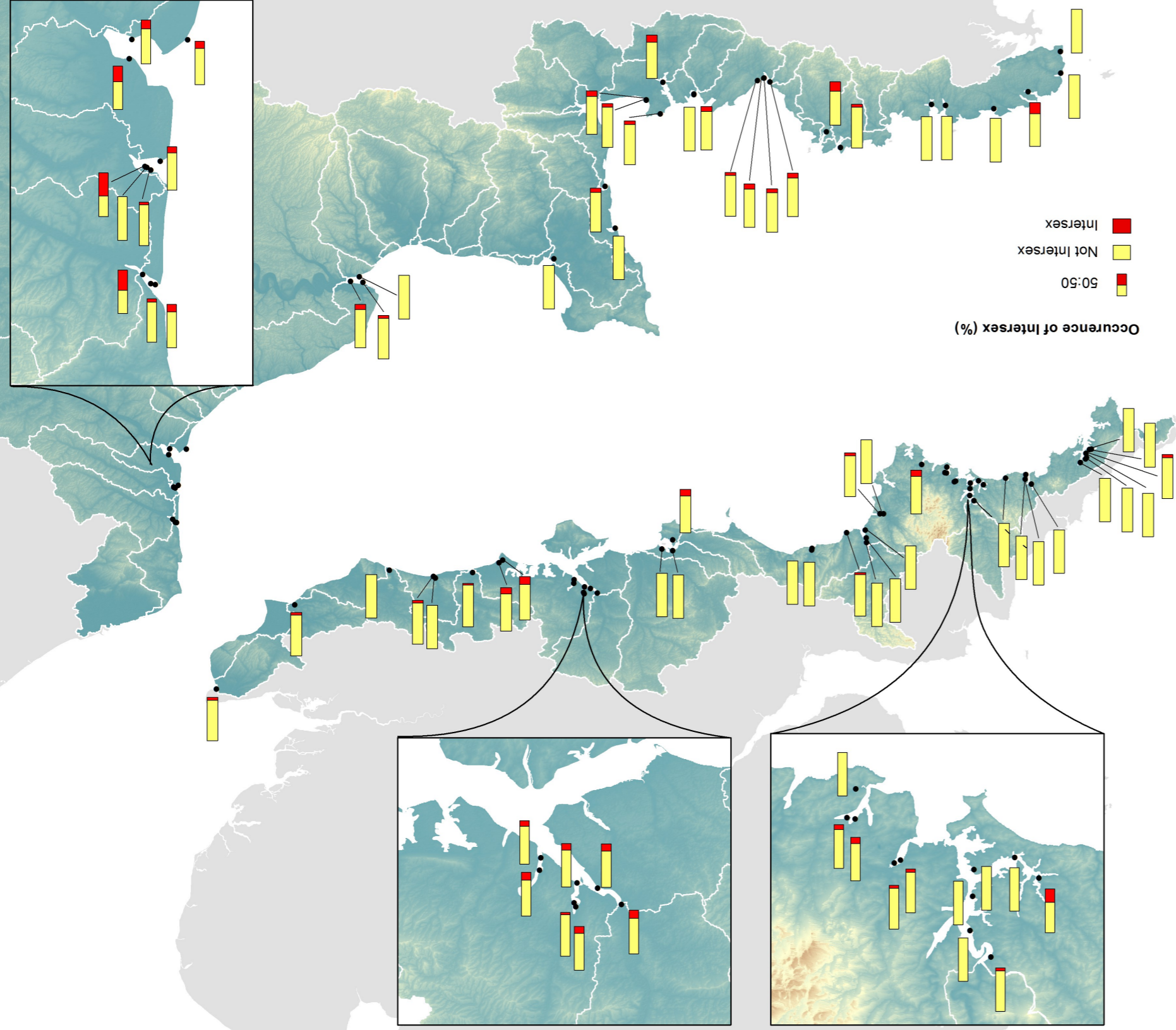
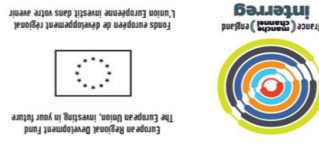
Fonds européens de développement régional
L'Union Européenne investit dans votre avenir

Les Indicateurs de Perturbation Endocrinienne

La perturbation endocrinienne (PE) devient de plus en plus inquiétante. La féminisation de poissons mâles dans les rivières survient régulièrement et il a été établi qu'elle est liée à la présence dans l'environnement de substances connant des perturbateurs endocriniens (SPE) tels que l'estrogène ou des composants l'imitant. Cependant, il n'a pas été encore établi si les invertébrés, qui représentent 95% de toutes les espèces animales et sont également sensibles à ces substances, sont également sensibles à ces substances. Il est donc important de développer des outils adaptés pour détecter les effets des SPE en milieu marin. Étant donné les problèmes déjà rencontrés avec l'imposition dans les escargots de mers (cause par des substances (TBT), la question de savoir si les activités humaines peuvent influencer la sexualité et la reproduction des populations de crustacés est particulièrement importante dans la région de la Manche.

Les populations estuariennes du mollusque bivalve, *Scrobicularia plana*, ont en général un nombre égal d'individus mâles et femelles, mais elles semblent être sensibles à certains perturbateurs endocriniens. L'imposition, sous forme d'ovotestis (présence d'œufs dans une gonade mâle) apparaît dans certaines populations et peut être induit, en laboratoire, avec des estrogènes naturels comme l'17 α -oestradiol ou des composants imitant des hormones comme des alkylphénols. La sensibilité de *S. plana* sa vaste répartition et son rôle central dans le fonctionnement d'écosystèmes font de la palourde un indicateur biologique précieux pour aider à définir les effets de perturbateurs endocriniens et les menaces plus générales d'autres contaminants.

L'échantillonnage de palourdes, sédiments et les paramètres environnementaux, tels que la taille du sable et de la matière organique, les composés organosynthétiques et les métaux (ces derniers en tant que substituts de la pollution) a constitué le cœur du travail sur le terrain. Afin de déterminer les effets sur la sexualité des palourdes, plusieurs indicateurs faciles à utiliser ont été développés: le sexe-ratio, la présence et fréquence l'imposition et la taille de l'ovocyte. L'imposition a été largement trouvée dans *S. plana* de part et d'autre de la Manche: 37 populations sur 71 (soit 52%) étaient atteintes au Royaume-Uni, et 26 populations sur 37 (soit 70%) en France. Toutes cotes confondues, 63 populations sur 108 (soit 58%) étaient atteintes. *S. plana* semble donc être un excellent indicateur biologique pour étudier les effets de perturbateurs endocriniens et d'autres composés chimiques. Tandis que la proportion d'imposition restait globalement assez faible (seulement 10% ou moins des mâles), un taux allant jusqu'à 50% a été observé sur certains sites et le taux moyen retrouvé reste élevé (taux moyen d'imposition). Sur un petit nombre de sites, les sexes n'étaient pas équilibrés. Les ratios de populations étaient déséquilibrés par rapport à la moyenne 1/1; le ratio observé était biaisé tantôt chez les mâles, ou tantôt chez les femelles, et est très probablement dû à l'activité humaine.



BASSINS VERSANTS SE DÉVERSANT DANS LA MANCHE

Lucy Morris, Westcountry Rivers Trust

Une histoire récente de la Manche

Il y a 20 000 ans, le monde était à l'apogée de la dernière ère glaciaire et la plus grande partie de l'Europe du Nord était couverte de couches de glace pouvant atteindre 3 km d'épaisseur. La glace était issue principalement de l'eau des océans, évaporée puis condensée sous forme de neige qui s'est déposée en couches de glace dans les régions polaires. Le résultat global fut une baisse du niveau de la mer d'environ 120 mètres dans le monde entier.

Cette baisse du niveau de la mer était telle que la masse continentale connue sous le nom de 'Doggerland', une basse toundra reliant les îles britanniques à l'Europe continentale a été exposée dans le sud de la mer du Nord. Les hautes terres de Doggerland, qui forment aujourd'hui le banc de Dogger, étaient situées sur la côte est de l'East Anglia et s'étendaient vers les Pays-Bas. Ces hautes terres représentaient la ligne nord de partage des eaux d'un grand réseau hydrographique qui coulait lentement dans la toundra (maintenant les fonds marins de la Manche) en direction du sud-ouest sous forme d'un large fleuve qui se jetait dans l'océan Atlantique.

À cette époque, les cours d'eau du nord de la France et du sud de l'Angleterre n'étaient que de simples affluents de cet ancien réseau fluvial jusqu'à ce que la glace commence à fondre et que le niveau des mers commence à s'élever de nouveau.

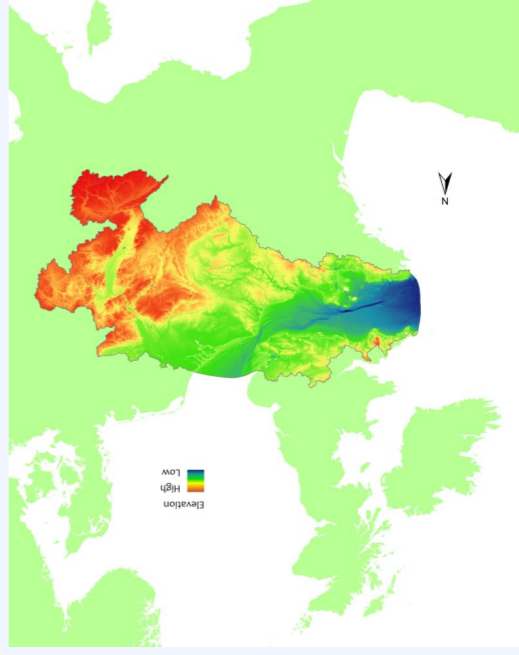
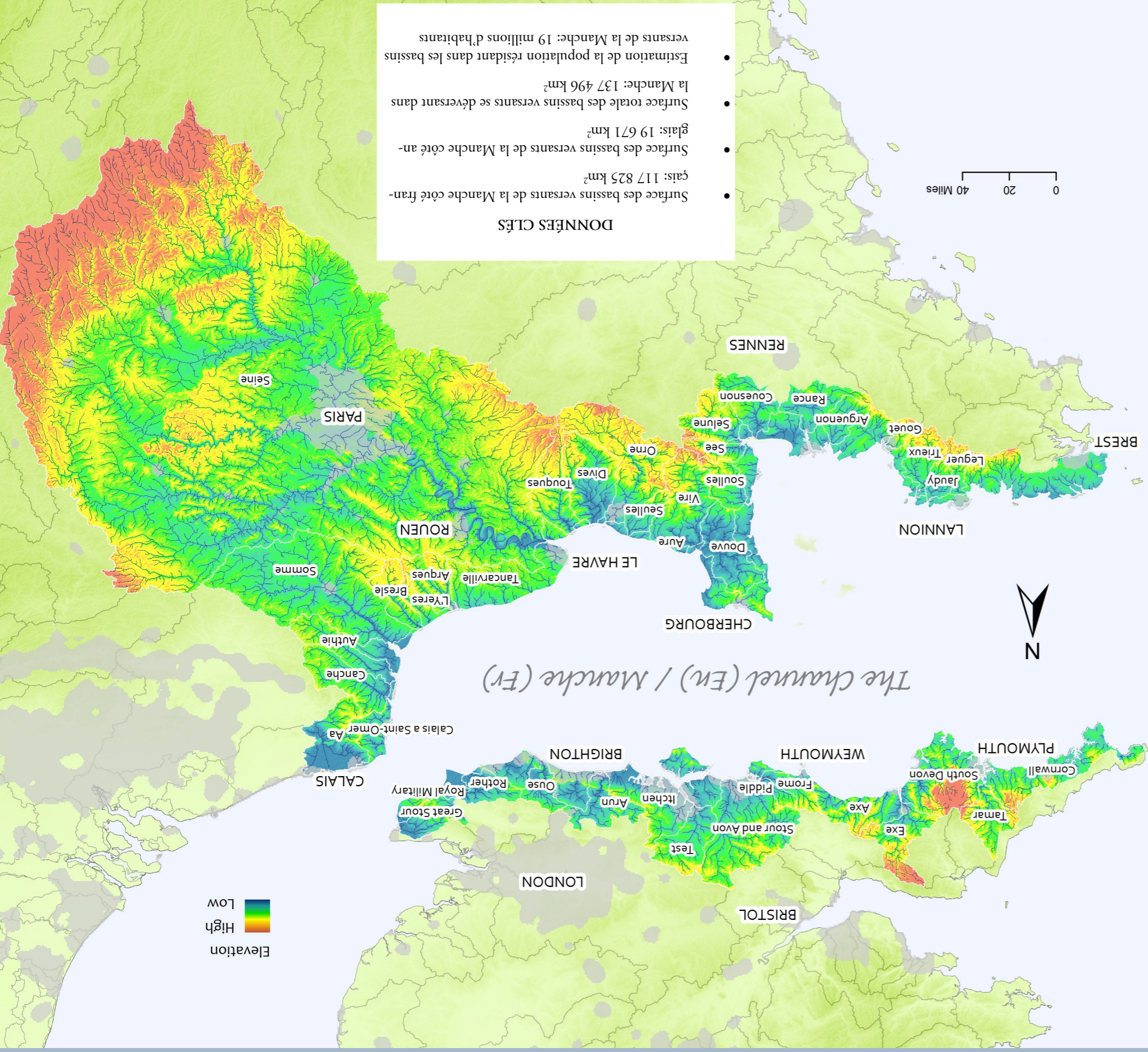


Illustration du bassin versant qui se déversait dans l'océan Atlantique le long de la toundra de la Manche il y a environ 12 000 ans.



DONNÉES CLÉS

- Surface des bassins versants de la Manche côté français: 117 825 km²
- Surface des bassins versants de la Manche côté anglais: 19 671 km²
- Surface totale des bassins versants se déversant dans la Manche: 137 496 km²
- Estimation de la population résidant dans les bassins versants de la Manche: 19 millions d'habitants

Channel Catchment Cluster

