



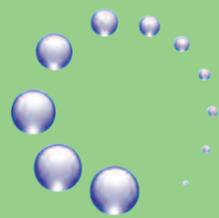
Améliorer la qualité des eaux côtières pour tous

Comprendre et gérer less algues

Action Pilote 7
Synthèse d'entreprise



Supported by the European Union
Project co-financed by the ERDF



icrew

Table des Matieres

SECTION 1 - INTRODUCTION	4
1.1 ICREW	4
1.2 Ligne directrice du projet	5
1.3 Action Pilote 7	7
SECTION 2 - INFORMATIONS GENERALES	10
2.1 Les bassins versants étudiés	10
2.2 Les objectifs	13
2.3 Les méthodologies d'étude	14
SECTION 3 - RESULTATS	18
3.1 Rapports des pays partenaires	18
3.2 Recommandations nationales et européennes	31
3.3 Informations pédagogiques	35
SECTION 4 - CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS	38
4.1 Evaluation du projet	38
4.2 Résultats clés	42
4.3 Pistes pour l'avenir	46
SECTION 5 - REFERENCES	48
SECTION 6 - GLOSSAIRE	50



Srippel © BigStockPhoto.com

1.1 Améliorer les eaux de baignade et du littoral (ICREW)

ICREW est un projet financé par INTERREG IIIB pour la Zone Atlantique de l'Union Européenne.

Il implique 19 organisations individuelles avec des partenaires au Royaume-Uni, en France, au Portugal, dans l'Eire et sur les Iles Canaries et comprend une série de sous-projets divers dont le but global est de réduire la pollution et d'améliorer la qualité de nos eaux de baignade et de loisirs.

Le projet a été réalisé de manière transnationale par l'intermédiaire de sept "Actions Pilotes" à thème:

Action Pilote 1
Echantillonnage des eaux de baignade et examen des données

Action Pilote 2
Résoudre la pollution diffuse

Action Pilote 3
Suivi de source de pollution

Action Pilote 4
Prévoir la qualité des eaux de baignade

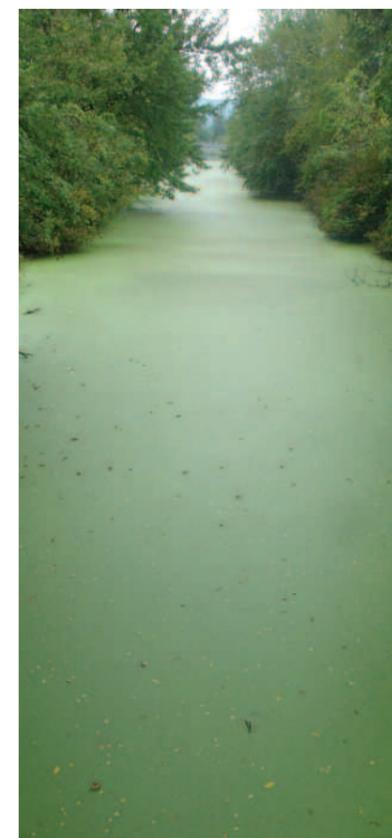
Action Pilote 5
Ré-identifier les eaux de baignade

Action Pilote 6
Solutions durables pour les eaux usées

Action Pilote 7
Comprendre et gérer les algues



Briank © BigStockPhoto.com



Hixson © BigStockPhoto.com

Ce rapport résume l'Action Pilote 7 qui comprend un groupe de projets dont le but principal est d'étudier les facteurs qui causent les proliférations d'algues et de proposer des mécanismes de contrôle possibles.

1.2 Ligne directrice du projet

On assiste à l'heure actuelle à une résurgence majeure de l'intérêt pour les développements autour des sites d'eaux à l'intérieur des terres et sur le littoral d'Europe. Ces développements font régulièrement partie des nouveaux programmes de régénération et de construction alors que les autorités reconnectent les zones de bord d'eau à leurs villes. Placer les côtes, estuaires, rivières et lacs au cœur des plans de développement représente de nombreux avantages mais la qualité de l'eau et les risques sanitaires associées doivent être tout d'abord abordés.

Les algues, les champignons et les bactéries ont un impact considérable sur la qualité des eaux de baignade, de loisirs et conchylicoles et donc sur l'économie et l'image des régions touchées.

Durant les dernières décennies, les proliférations d'algues sont devenues de plus en plus courantes au fur et à mesure que les eaux ont été enrichies en nutriments. De nombreuses espèces d'algues produisent des toxines, ce qui entraîne la pollution de l'eau potable, la contamination des eaux de baignade et de loisirs

ou infecte les coquillages comestibles et met en danger la santé humaine. Même lors d'éruptions mineures, les activités de loisirs peuvent être souvent réduites ou restreintes en raison d'odeurs déplaisantes et de nuisances inesthétiques.

Les champignons et les bactéries peuvent exister sur les sites de baignade, dans l'eau et le sable et certaines espèces peuvent directement toucher la santé humaine. Etant donné que l'utilisation de la plage est synonyme de contact direct avec le sable, il semblerait prudent de pouvoir mesurer la qualité du sable. Certains champignons et bactéries peuvent être utilisés comme indicateurs biologiques des menaces plus sérieuses à la santé humaine et donc aussi de la qualité des eaux de baignade et du sable.



Les révisions récentes de la Directive sur les eaux de baignade de la CE exigeront que les responsables et propriétaires de plan d'eau se chargent des investigations liées aux proliférations d'algues et à leur cause, ainsi que de la mise en vigueur des stratégies de gestion permettant de contrôler l'exposition du public. La classification des eaux de baignade classées ne contiendra pas les concentrations en cyanobactéries & en macro-algues. Toutefois, la Directive révisée sur les eaux de baignade exige que lorsqu'un profil d'eau de baignade indique qu'il existe un potentiel spécifique de proliférations de cyanobactéries ou de macro-algues, une 'surveillance appropriée' doit être réalisée afin d'assurer l'identification opportune des risques sanitaires'. Des 'mesures de gestion adéquates' doivent être prises pour empêcher l'exposition, y compris la prestation d'informations publiques'.

Ces exigences entraîneront probablement des coûts supplémentaires pour les



Spanishalex © BigStockPhoto.com

responsables et propriétaires qui nécessiteront des changements importants des politiques et mesures d'aménagement locales pour les aider à remplir ces obligations de contrôle de la prolifération des algues dans l'environnement aquatique et de réduction des risques sanitaires.

Par ailleurs, la *Directive-Cadre sur l'eau* envisage d'intégrer la façon dont nous gérons les plans d'eau à travers l'Europe. La directive vise à améliorer la qualité de l'eau tout en réduisant les dangers qu'un plan d'eau pose et exige que toutes les eaux européennes atteignent une 'bonne condition' à compter de 2015. Les eaux qui souffrent des proliférations

d'algues ont peu de chances d'accomplir cette 'bonne condition' et le 'programme de mesures' développé pour améliorer la qualité de l'eau devra identifier les raisons derrière les proliférations d'algues et les actions de correction.

En travaillant de manière transnationale, le projet ICREW vise à aider les états membres à gérer et contrôler les algues, à se conformer aux nouvelles directives et à améliorer la qualité de l'eau afin que les eaux de baignade, de loisirs et conchylicoles puissent davantage contribuer aux activités économiques et de régénération.

1.3 Action Pilote 7 (AP7)

L'AP7 a inclus trois zones d'études situées chacune au Royaume-Uni, en France et au Portugal, avec plusieurs partenaires apportant l'expertise et l'expérience de leurs propres régions et organisations.

Elle a été développée pour se concentrer sur les besoins permettant d'identifier comment réduire les problèmes d'algues, de champignons et de bactéries qui peuvent restreindre l'utilisation de l'eau. La combinaison des trois domaines d'étude choisis a permis de non seulement couvrir les problèmes pour chacun de ces micro-organismes mais aussi l'éventail des types d'eau qui peuvent être touchés : eaux de loisirs, zones de production conchylicole et eaux de baignade classées.

Royaume-Uni

L'équipe du projet britannique a étudié les facteurs contribuant à la croissance prolifique des cyanobactéries dans le grand dock de Preston, dans le Lancashire. Les algues bleu vert empêchent de réaliser complètement le potentiel récréatif du dock.

Les organisations suivantes ont été incluses dans l'équipe du projet britannique :

Environment Agency (EA) (Agence pour l'Environnement)

L'EA est un organisme public indépendant, soutenu en grande partie par le Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation & des Affaires Rurales (DEFRA) et l'Assemblée Nationale du pays de Galles (NAW). L'EA a pour but de protéger

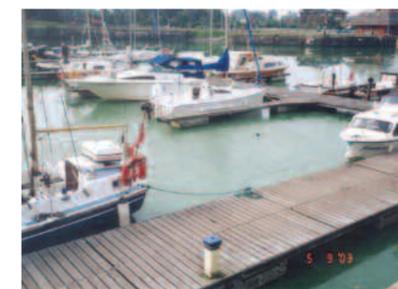


Dock de Preston

et d'améliorer l'environnement en Angleterre et au pays de Galles pour les générations futures. L'EA a joué le rôle de Responsable de Projet de cette étude.

Conseil municipal (City Council) de Preston

Le conseil municipal de Preston est propriétaire du dock et souhaite développer son potentiel représentatif pour la ville comme site de loisirs et d'attractions. Le conseil municipal est responsable de la gestion des exploitations et de l'utilisation du dock.



Marina verte, dock de Preston

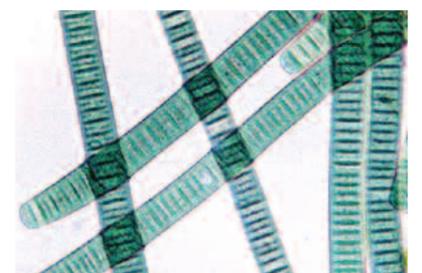
Mersey Basin Campaign (Campagne du Mersey Basin)

La Mersey Basin Campaign est un partenariat volontaire entre les secteurs publics et privés. Elle est appuyée par le gouvernement et couvre une grande zone du Nord-

Ouest de l'Angleterre. C'est une société enregistrée à but non-lucratif qui a fourni l'expertise en matière de communications et d'évaluation du projet.

WS Atkins Consultants Ltd (Atkins)

Atkins est l'un des meilleurs cabinets d'experts en matière d'ingénierie, de gestion et d'aménagement intégré en Europe. Cette société a été chargée de fournir l'expertise technique au projet. Elle a mis à la disposition du projet, une solide équipe expérimentée dans la surveillance environnementale et le travail sur le terrain, la gestion de la qualité de l'eau des docks, la modélisation de la qualité de l'eau et la conception et la mise en vigueur de programmes de surveillance complexes.



Cyanobacteria - Planktothrix agardhii

France

L'équipe française du projet a étudié les proliférations de dinoflagellés dans l'estuaire de la Penzé en Bretagne. L'étude a cherché à améliorer la compréhension des conditions environnementales et les caractéristiques physiologiques des proliférations contribuant à leur prévention et à la protection des élevages locaux de coquillages.



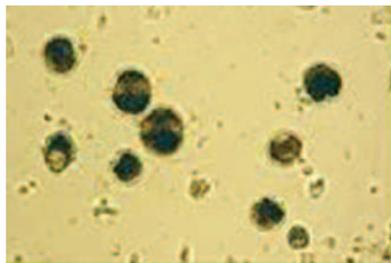
Estuaire de la Penzé

Les organisations suivantes ont été incluses dans l'équipe du projet français :

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)

Ifremer est un institut public de nature industrielle et commerciale qui a dirigé le projet français. Il est placé sous le contrôle commun de quatre ministères : Recherche ; Agriculture et Pêches ; Services et Transport ; et Ecologie et Développement Durable. L'Ifremer a pour objectif :

- d'identifier, évaluer et améliorer les ressources marines et permettre leur exploitation durable
- d'améliorer les méthodes de surveillance, de prévision des tendances, de protection et d'amélioration des environnements marins et côtiers
- d'encourager le développement économique des activités maritimes.



Dinoflagellate - *Alexandrium minutum*

Conseil régional de Bretagne

L'autorité publique a coordonné les partenaires ICREW en Bretagne et était responsable de recueillir et d'évaluer les résultats du projet. L'organisation est couramment responsable d'un large éventail d'activités y compris l'éducation, l'aménagement régional et le développement économique.



Cyanobacteria - *Microcystis aeruginosa*

Portugal

L'équipe portugaise du projet a étudié deux sites de la région d'Alentejo dans le sud du Portugal. Le premier site, le réservoir de Montargil, est un site intérieur d'eau de baignade beaucoup sollicité pour l'irrigation et les loisirs qui présente une longue histoire de prolifération d'algues et de contamination microbiologique. Le deuxième site, Zambujeira do Mar, est une plage du littoral avec un petit versant et de grandes fluctuations de population. Ce site est soumis à des contaminations microbiologiques.

Les études cherchent à développer des options durables pour réduire la prolifération des algues et la contamination microbiologique sur les sites



Cyanobacteria - *Anabaena spiroides*



Plage de Zambujeira do Mar

d'études sélectionnés et à proposer des indicateurs microbiologiques de la qualité des sables.

Les organisations suivantes ont été incluses dans l'équipe du projet portugais :

Institut pour l'environnement (Instituto do Ambiente - IA)

L'institut est le service central du Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement de l'espace et du Développement Régional du Portugal. L'institut a coordonné le projet ICREW au niveau national et a assuré la conception, l'étude, la planification et le support technique des politiques et initiatives de gestion de l'environnement.

Ecole d'ingénierie de l'Université technique de Lisbonne (Instituto Superior Técnico - IST)

Le centre de recherche MARETEC de l'Ecole d'ingénierie a pris part à plusieurs Actions Pilotes et il a été impliqué dans la modélisation des bassins versants et la collecte automatisée des données.

Institut Central du Ministère de la Santé (Instituto Nacional de Saúde - INSA)

L'institut a été impliqué dans la surveillance et l'analyse de la qualité microbiologique des eaux et du sable dans les bassins versants portugais étudiés. Il est



Vue aérienne, Montargil



Plage de Tesos, Montargil

impliqué régulièrement dans des activités de recherche appliquée, sert de Laboratoire national de référence et se charge de la surveillance épidémiologique et de l'observation sanitaire.

Laboratoire de santé publique (Sub-Região de Saúde de Portalegre - SRSP)

La fonction principale du laboratoire de santé publique est de coordonner le service de soins publics. Dans le cadre du projet ICREW, cette organisation a analysé des échantillons afin de détecter la présence de cyanobactéries et toxines associées sur les sites d'étude sélectionnés.

Direction de la santé environnementale (Direcção-Geral de Saúde - DGS)

La DGS est une organisation nationale de santé et a été principalement impliquée dans la prise de conscience publique des problèmes sanitaires liés aux algues et aux bactéries aux sites d'étude sélectionnés.



Plage de Pintado, Montargil

Section 2

Informations Generales



2.1 Les bassins versants étudiés

Royaume-Uni

Le dock Albert Edward a ouvert en 1892, suite à l'augmentation rapide du nombre de navires passant dans le port de Preston sur l'estuaire du Ribble, pendant la révolution industrielle. Le dock a été construit dans le vieux canal de la rivière Ribble qui avait été redressé pendant les années 1800 afin de faciliter la navigation et de permettre à des navires plus grands d'utiliser le port.

Le dock se trouve à 5km en aval de la limite des marées et à 22km de la mer à Lytham St Annes. Le dock principal couvre une surface de 16,2 hectares ; sa longueur est d'environ 900 mètres et sa largeur est de 180 mètres. Un bassin de retenue plus petit permet le passage jusqu'au dock principal à partir de l'estuaire et dispose d'une surface de 1,9 hectares.

Le dock a toujours eu du mal à rester profitable et malgré un débit de pointe de plus d'1 millions de tonnes en 1968, une baisse rapide des activités commerciales a entraîné sa fermeture en 1981.

Le dock a été dragué suivant les besoins afin de maintenir des profondeurs convenables durant sa période d'exploitation.

Toutefois, ceci a cessé à la fermeture du dock. Les niveaux de sédiments ont considérablement augmenté dans le dock et se trouvent à environ 4 à 5 mètres au-dessus de la base en grès.

Depuis 1985, la zone "Riversway" autour du dock est le point central des efforts de régénération du conseil municipal de Preston qui développe les utilisations résidentielles et commerciales de cette zone. Le plan d'eau du dock est jugé comme représentant un potentiel récréatif de beaucoup de valeur. Une marina de plaisance a été construite à l'extrémité ouest du dock principal et elle est bien utilisée par les barges et les navires de mer.

Toutefois, le potentiel total du dock comme lieu de loisirs et de sports nautiques n'a pas été réalisé en raison de proliférations persistantes et importantes de cyanobactéries. Les cyanobactéries, qu'on appelle souvent les algues bleu vert, ont été remarquées pour la première fois dans le dock au milieu des années 1980.

Les proliférations de cyanobactéries verdissent l'eau du dock, en général du début du printemps jusqu'à la fin de l'automne. La décomposition des

algues entraîne des odeurs déplaisantes et peut relâcher des toxines algales interdisant l'utilisation du dock pour tous sports nautiques ou événements de loisirs majeurs.

Il est reconnu que le dock ne réalisera son potentiel récréatif total que si la qualité de l'eau est considérablement améliorée afin d'empêcher la dominance des cyanobactéries.



France

La Bretagne possède 30% du littoral français. La pêche de loisir, l'élevage de coquillages et l'industrie touristique de la région ont lieu sur les côtes. La gestion et la protection des ressources en eau sont par conséquent des préoccupations importantes pour la Bretagne. Disposer d'une eau de bonne qualité en quantité suffisante est essentiel pour le développement économique et l'aménagement régional de l'espace de cette région ainsi que pour l'environnement, la santé et la qualité de vie de ses citoyens et visiteurs.

Bien qu'une qualité améliorée des eaux de baignade ait été maintenue en Bretagne depuis plus de dix ans, on a observé la contamination des zones de pêche et des sites de production de coquillages par une production incontrôlée d'algues. Certains domaines d'activité sont en crise avec 60% des zones de pêche de loisir et 10% des zones de récolte de coquillages de qualité médiocre ou mauvaise.

La côte ouest de la Bretagne est particulièrement sujette à la contamination de toxines paralysantes (PST - paralytic shellfish toxin) lors de proliférations printanières et

estivales de dinoflagellés *Alexandrium minutum (Am)*, ingérés par les moules et les huîtres. En général, ces événements sont associés à une perte économique pour les producteurs de coquillage et à un impact sur la pêche de loisir.

En France, ces espèces sont apparues pour la première fois en Bretagne à la fin des années 1980. La Baie de Morlaix et en particulier l'estuaire de la Penzé qui s'y jette, sont les zones bretonnes les plus touchées par les PST, avec des proliférations récurrentes qui ont entraîné 356 jours de fermeture entre 1988 & 2003 et un impact économique de taille sur les producteurs locaux de coquillage.

La rivière de la Penzé est d'une longueur de 36km ; l'Estuaire de la Penzé se jette dans la baie de Morlaix, sur la côte nord de la Bretagne. La baie alimentée par deux rivières d'eau douce, la Penzé et le Morlaix, s'ouvre sur la Manche et son embouchure est soumise à un fort courant de marée.

L'estuaire de la Penzé est essentiellement une longue vallée inondée de 7km de long avec un bassin versant de 235 km² et presque 540 exploitations agricoles couvrant 64% de la zone.

La région a toujours été peu habitée avec une population dans le bassin versant d'environ 20 000 en hiver et de 30 000 durant la période de pointe de l'été.

Selon les données communiquées par le service des Affaires Maritimes, il est estimé que la production d'huîtres dans l'estuaire de la Penzé atteint 1000 à 1500 tonnes par an et 178 élevages de coquillages sont distribués sur 134 ha. L'utilisation récréative de l'estuaire se concentre sur la pêche, la collecte de bivalves (huîtres et coques) ainsi que la voile et les activités de baignade.

Etant donné qu'aucun antidote aux toxines paralysantes ne soit actuellement disponible et malgré les efforts pour développer une détoxification des coquillages pour protéger les consommateurs, la seule solution actuelle au problème est de surveiller les niveaux de toxine dans les coquillages destinés à la consommation humaine et d'interdire la collecte et la vente tant que les toxines persistent au-dessus des niveaux de tolérance.

Les implications sanitaires et économiques des occurrences d'*Am* ont incité Ifremer à étudier ces phénomènes afin de développer des outils de prédiction des événements nuisibles.

Portugal

Le réservoir de Montargil est situé dans la partie nord de la région d'Alentejo, dans le sud du Portugal. Il fait partie du bassin de la rivière de Sôr et d'un affluent du fleuve Tejo ; c'est donc l'un des plus grands réservoirs portugais.

Le réservoir fait aussi partie du système d'irrigation de la Vale do Sorraia qui est composée de trois réservoirs indépendants, Montargil, Magos et Maranhão. Le système, créé entre 1951 et 1959 irrigue 16 351 acres de sols agricoles.

La plupart des réservoirs artificiels intérieurs à Alentejo sont utilisés lors de la saison de baignade comme alternative aux sites de loisirs côtiers. Ils sont intensément utilisés pour les activités de baignade et de loisirs, telles que la pêche et les sports nautiques.

L'objectif principal du réservoir de Montargil est de stocker de l'eau pour l'irrigation mais il est aussi utilisé pour la génération d'électricité. Depuis quelques années, l'utilisation récréative du réservoir a augmenté, en raison des courtes distances par rapport aux zones urbaines de grande taille (environ 100km de Lisbonne) et des températures élevées de l'eau pendant la saison de baignade.

Des problèmes de qualité des eaux de baignade ont été soulevés à certains des sites du réservoir qui en raison des fortes concentrations de bactéries, ne sont plus conformes aux normes obligatoires des eaux de baignade. Par ailleurs des rapports font état de plusieurs épisodes de prolifération des cyanobactéries depuis 1995.

Zambujeira do Mar est une petite plage sur la côte sud-est du



Spanishalex © BigStockPhoto.com

Portugal à la frontière sud de la région d'Alentejo. Le ruisseau Zambujeira qui s'écoule dans la mer, reçoit des effluents d'une station d'épuration des eaux usées, située à environ 700 mètres en amont de la plage.

La population du village de Zambujeira ne tourne autour que de 500 habitants mais est soumise à de fortes variations estivales. Pendant l'été, la population augmente considérablement surtout lors du "Festival do Sudoeste", un festival de musique estival qui attire plus de 30 000 visiteurs. La plage subit régulièrement une pollution microbiologique.

Les deux sites d'étude ont été spécifiquement sélectionnés parce qu'ils représentaient les deux types d'eau de baignade et de loisirs les plus utilisés dans la région d'Alentejo et qu'ils subissaient les problèmes courants de pollution microbiologique et d'algues.

Les sources les plus importantes de contamination des eaux de baignade dans la zone côtière

d'Alentejo proviennent des sources agricoles, transportées par la mer par des cours d'eau à bas débit ou des sources ponctuelles incapables de supporter l'augmentation de population lors de la saison de baignade.

L'association entre les activités agricoles, les sources ponctuelles et l'enrichissement en nutriments est un sujet ouvert pour cette zone, tout comme la relation entre l'enrichissement en nutriments et la domination des cyanobactéries pendant certaines périodes.

L'équipe de projet portugaise a choisi d'étudier ces associations car elles sont fondamentales aux politiques de gestion du réservoir et d'utilisation des eaux de baignade, au vu de la demande croissante pour les sites d'eau de baignade dans la région.

L'équipe du projet a aussi profité de cette opportunité pour étudier les champignons et les bactéries sur les deux sites et essayer d'établir les indicateurs microbiologiques de la qualité des sables intérieurs et côtiers.

2.2 Les objectifs

L'objectif d'ensemble d'ICREW était de :

"Développer la contribution des eaux de loisirs à la prospérité économique durable et à une meilleure qualité de vie dans la Zone Atlantique, en réduisant la pollution et en améliorant la qualité des eaux de loisirs dans les zones côtières et intérieures".

ICREW a reconnu et cherché à adresser certains des problèmes fondamentaux de la qualité de l'eau qui empêchent les états membres à réaliser complètement et de manière durable le potentiel de leurs eaux côtières et de loisirs.

L'objectif de l'AP7 était de :

"Développer des options durables concernant le retrait des algues, champignons et bactéries ce qui

entraînera l'utilisation optimale des opportunités récréatives et aidera à planifier le développement".

Pour atteindre cet objectif, les actions cibles suivantes ont été identifiées :

- Comprendre les dynamiques qui encouragent la croissance et le développement des algues, des bactéries et des champignons spécifiques à chaque site d'étude.
- Collecte de données sur les cyanobactéries (Royaume-Uni & Portugal), dinoflagellés (France), champignons (Portugal), bactéries (Royaume-Uni, France & Portugal) et nutriments (Royaume-Uni, France & Portugal).

- Tester les options pour enlever ou traiter les algues, bactéries et champignons spécifiques à chaque site d'étude.
- Analyse des effets de ces options sur l'environnement et sur les opportunités de développement économique et des communautés.
- Identification de la meilleure option facilitant une qualité améliorée de l'eau et une plus grande valeur économique pour le plan d'eau.

Ces actions cibles de l'AP7 ont été utilisées dans le développement des méthodologies d'étude individuelles.



2.3 Méthodologies d'étude

Les trois pays partenaires impliqués dans l'AP7 avaient des objectifs et actions individuels à compléter durant le projet de 3 ans afin de contribuer à l'objectif global de l'AP7. Ces objectifs et actions ont été intégrés à chaque stratégie d'étude des pays partenaires.

Royaume-Uni

L'étude du dock visait à établir les facteurs clé causant la croissance prolifique des cyanobactéries et à développer une solution durable en conséquence, afin de réduire la population d'algues et de la maintenir à des niveaux acceptables.

Sur la base des études précédentes, il a été supposé à l'origine que le retrait des sédiments du dock était la clé du contrôle des algues. Pendant les premières étapes du projet, il est devenu apparent que cette approche était beaucoup trop simpliste et le projet a été restructuré afin d'inclure les éléments de principe suivants :

- (i) Une analyse documentaire a examiné les données existantes en rapport au dock de Preston et à l'estuaire du Ribble.
- (ii) L'échantillonnage et l'analyse de l'eau et des sédiments dans le dock.
- (iii) La construction d'un modèle mathématique conceptuel du dock, capable de prévoir les fluctuations de la biomasse des algues.
- (iv) L'évaluation des options de gestion des algues utilisant le modèle du dock.

- (v) La conception d'une stratégie de gestion intégrée capable de réduire et de maintenir des populations acceptables de cyanobactéries dans un écosystème équilibré du dock.

La phase 1 du projet, comprenant les points (i) à (iii) ci-dessus, a comporté une étude détaillée du dock visant à examiner les raisons de la prolifération des algues.

La phase 2 qui forme la partie principale du projet, a compris les points (iv) et (v) ci-dessus. Cette phase a impliqué l'essai du modèle du dock afin d'évaluer les solutions possibles pour contrôler les algues et la production d'une stratégie finale de gestion des algues à mettre en place par les propriétaires du dock.



Rivière Ribble, 1920



Bateau de prelevement Preston dock marina

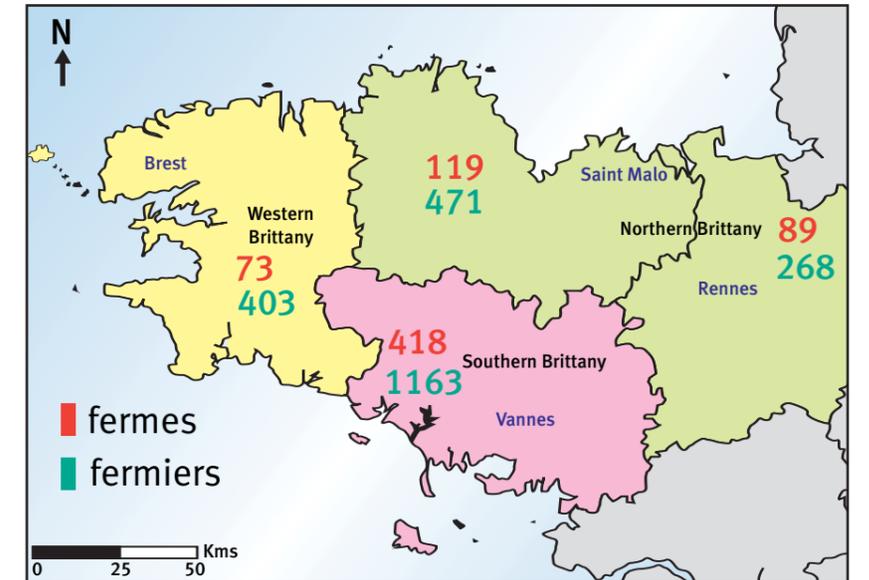
France

Ifremer a dirigé l'étude française avec un objectif clair visant à :

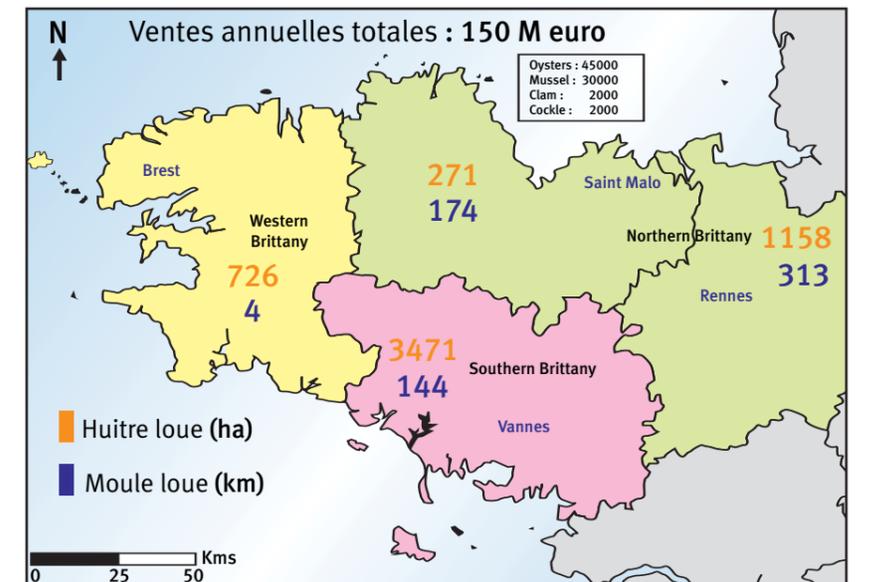
“Comprendre les processus qui permettent à certains dinoflagellés, en particulier l'*Am*, à devenir momentanément et très localement dominants dans un estuaire qui reçoit des charges importantes de nutriments”.

L'étude de l'estuaire de la Penzé a été divisée en trois étapes clé :

- (i) Un programme sur le terrain pour recueillir des informations suffisantes pouvant décrire les aspects physiques, chimiques et biologiques importants de l'estuaire de la Penzé et fournir un lien au développement des micro-algues, aux incidents de proliférations d'algues et aux facteurs clé influençant le dinoflagellé toxique *Am*.
- (ii) Des études in vitro en laboratoire examinant le rôle des nutriments (azote & phosphore) sur la croissance de l'*Am* et de ses compétiteurs.
- (iii) La construction de modèles numériques simulant les processus physiques et biologiques dans l'estuaire, établis aux points (i) & (ii). Les modèles développés devaient inclure un modèle hydro-sédimentaire de l'estuaire et un modèle biologique des algues phytoplanctoniques y compris de l'*Am* et des espèces compétitives.



Coquillages secteurs moissonnant



Coquillages secteurs cultivant

Ce processus à trois étapes a été conçu pour permettre de tester des scénarios et de réaliser l'étude prévisionnelle des mécanismes de contrôle en utilisant des modèles.



Plage de Foros do Mocho, Montargil



Alexandrium minutum



Portugais avertissant des signes

Portugal

L'Instituto de Ambiente a mené l'étude portugaise. Les stratégies d'étude des partenaires étaient ciblées vers le développement d'options durables pour réduire les proliférations de cyanobactéries dans le réservoir de Montargil et l'établissement d'indicateurs microbiologiques spéciaux de la qualité du sable pour les eaux de baignade côtières et intérieures.

Les travaux ont été divisés sur deux sites d'études.

Réservoir de Montargil :

- (i) Développement d'un programme sur le terrain pour optimiser l'échantillonnage de cyanobactéries et l'analyse de leurs toxines.
- (ii) Un exercice d'interétalonnage en laboratoire pour détecter les cyanotoxines.
- (iii) Production d'un modèle de bassin versant (hydrodynamique et qualité de l'eau) pour tester les facteurs qui influencent le développement des espèces de cyanobactéries et leurs toxines.
- (iv) Essai de scénario du modèle de bassin versant pour développer des options de correction et de réduction de l'état d'eutrophication des réservoirs.
- (v) Développement d'une évaluation des risques pour la santé des personnes utilisant les sites d'eau de baignade classés.

Plage de Zambujeira do Mar :

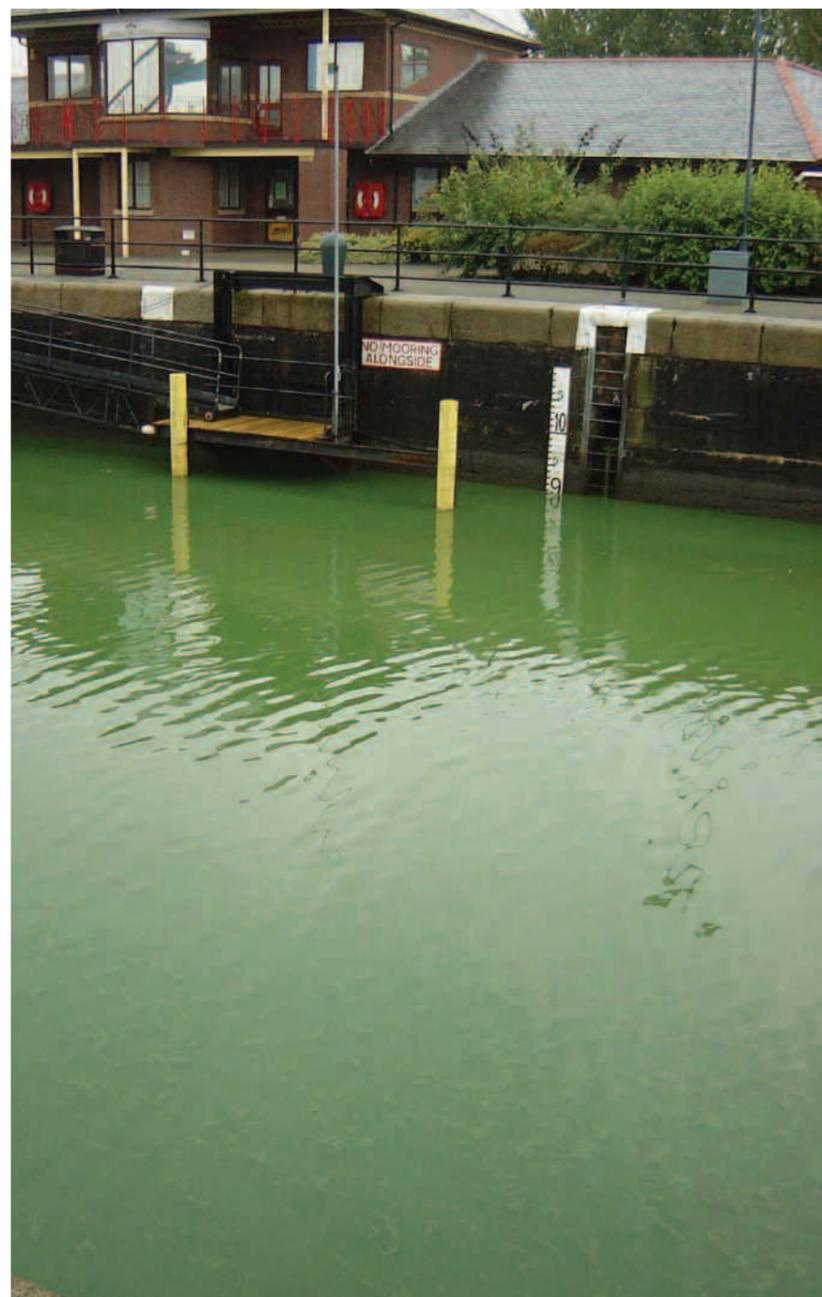
- (i) Une analyse documentaire pour évaluer les meilleurs indicateurs microbiologiques potentiels de la qualité du sable.

- (ii) Développement d'un programme sur le terrain pour l'échantillonnage bactériologique et fongique du sable.
- (iii) Interétalonnage en laboratoire et validation des méthodes analytiques.
- (iv) Développement des indicateurs microbiologiques utilisés comme outils de surveillance dans le but d'évaluer la qualité microbiologique des sables.
- (v) Production de 'règles de comportement' publiques à donner aux personnes utilisant les eaux de baignade.

Le projet ICREW a reçu le financement INTERREG IIIB Zone Atlantique de l'Union Européenne en octobre 2003. Dix-sept projets séparés ont débuté, y compris les trois projets de l'AP7 qui ont culminé en une série de résultats à la fin du projet en avril 2006.



Barsik © BigStockPhoto.com



L'achèvement des objectifs individuels des pays partenaires et de l'objectif global de l'AP7 est décrit à travers les résultats clés suivants du projet.

3.1 Rapports des pays partenaires

Les rapports individuels de chaque pays partenaire ont été rédigés et font la synthèse des résultats requis de chacune des trois zones d'étude spécifiques.

Rapport du Royaume-Uni

Le rapport du Royaume-Uni se concentre sur la méthodologie révisée et les résultats des deux phases de travail du dock de Preston. Le rapport comprend quatre sous-rapports.

Rapport documentaire

Ce rapport résume les résultats d'un examen des informations historiques décrivant le dock de Preston et l'estuaire supérieur du Ribble.

L'étude documentaire a été utilisée pour identifier les lacunes des données qui devraient être comblées lors du programme d'échantillonnage et d'analyse ultérieur et a permis à l'équipe de cibler son régime d'échantillonnage. Il a semblé évident en examinant les études précédentes que la qualité de

l'eau dans le dock dépendait de l'équilibre entre les conditions fluviales et de l'estuaire de la rivière Ribble à l'embouchure du dock. Ceci a aidé l'équipe du projet à formuler le développement du modèle du dock et la production de la stratégie de gestion du dock.

Rapport d'analyse des données

Le rapport d'analyse des données détaille les résultats du programme d'échantillonnage et d'analyse. Le programme avait été mis en place pour étudier tous les facteurs physiques, chimiques et climatiques connus qui contribuent à la formation des proliférations d'algues et inclut la surveillance intensive de la colonne d'eau, des sédiments de base & du régime de gestion du dock et la collecte de données météorologiques et hydrodynamiques.

Le but principal du programme d'échantillonnage et d'analyse était de comprendre en détail le dock, en couvrant les variations spatiales et temporelles et d'utiliser les connaissances obtenues pour concevoir et étalonner un modèle conceptuel de dock.

Les variations verticales des données de la qualité de l'eau ont révélé une stratification saline dans le dock qui est renforcée par le réchauffement thermal pendant les mois d'été plus chaud. Lors de ces conditions de stratification,



Pecheurs sur le riviere Ribble

l'oxygène dans les eaux inférieures est graduellement consommée ce qui entraîne le relâchement de phosphore des sédiments, dans les eaux sur-jacentes.

L'analyse des données a confirmé que la colonne d'eau du dock a un approvisionnement abondant de nutriments, la source principale provenant des apports d'eau douce dans l'estuaire du Ribble échangés avec le dock pendant les opérations de l'écluse.

Il a été constaté que le régime actuel de gestion du dock n'était pas durable. Les pratiques actuelles utilisées pour contrôler les niveaux d'algues (chasse & dilution) étaient potentiellement nuisibles à l'écosystème dans l'estuaire adjacent, augmentaient le niveau de sédimentation et augmentaient en fin de compte la productivité primaire du dock.

Les analyses ont aussi révélé que les sédiments dans le dock sont contaminés par des concentrations élevées de nombreux polluants, y compris les composés organostanniques & métaux lourds. Les niveaux de contamination rendent impossible le rejet en mer, la chasse dans l'estuaire ou l'épandage sur les terres des matériaux dragués.

Comme lors d'études précédentes, l'espèce dominante d'algue observée par l'étude de l'AP7 a été *Planktothrix agardhii* qui représentait plus de 90% de la population des algues. 33% des échantillons d'algues pris pendant le printemps, l'été et l'automne 2004 contenaient des toxines d'algues.

A partir des résultats compilés et analysés pendant le programme d'échantillonnage et d'analyse, il

a été possible de développer une série de diagrammes conceptuels pour le dock. Ceci a permis de suggérer l'occurrence de sept séquences distinctes pendant une combinaison de changements saisonniers et opérationnels, à l'intérieur du système du dock.

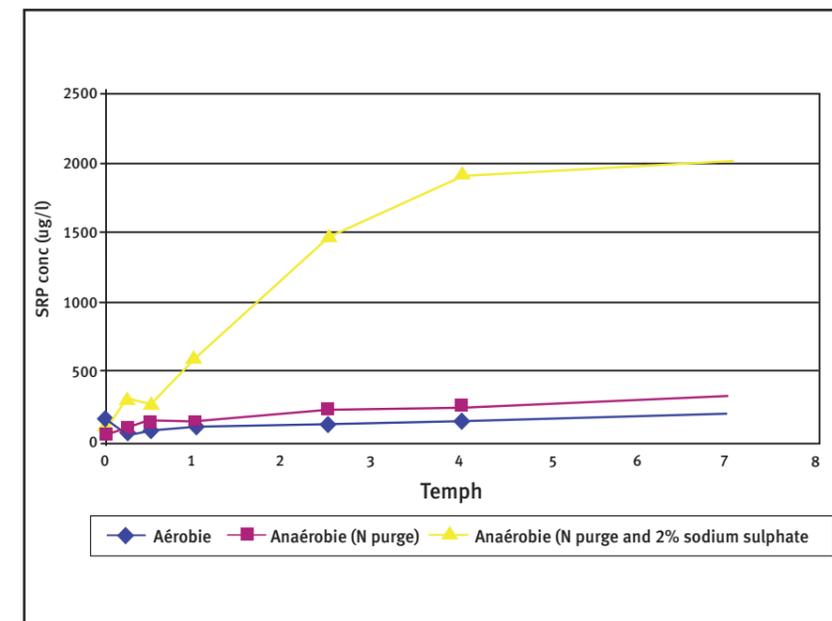
Cette conceptualisation des processus clé du dock a ensuite été utilisée dans le développement

du modèle du dock.

Rapport sur le modèle de qualité de l'eau (construction et simulations)

Ce rapport détaille le développement, l'étalonnage et la validation du modèle conceptuel.

Le modèle conceptuel a été développé pour inclure tous les apports les plus importants dans le système de dock et les



Concentrations en phosphore d'équilibre

processus clé ayant lieu à l'intérieur du système, suivant les mises en valeur de l'étude documentaire et de l'analyse des données.

Le modèle conceptuel de qualité de l'eau pour le dock de Preston a été développé à l'aide d'une plate-forme Microsoft Excel et étalonné & validé en utilisant les données enregistrées recueillies lors des études 2004.

Sur la base des résultats tirés du programme d'analyse et d'échantillonnage, le modèle du dock a incorporé une colonne d'eau segmentée afin de refléter la variabilité spatiale marquée dans la qualité de l'eau du dock. On a aussi effectué la simulation du développement des thermoclines et des haloclines dans le dock et les impacts sur la biomasse d'algues sans perturbation.

Un modèle d'un bon niveau de précision, a été développé pour simuler les variations saisonnières du rayonnement solaire et des températures. Il a aussi été capable de simuler de manière raisonnablement précise, les variations diurnes, en intervalles horaires des paramètres sélectionnés, y compris l'oxygène dissous, la température, la biomasse des algues et les nutriments.

Par ailleurs, il représente les interactions eau-sédiment importantes et effectuées des simulations assez appropriées permettant de l'utiliser comme principal outil employé pour démontrer l'impact des différentes stratégies de gestion de la biomasse des algues.

Rapport d'évaluation des options de gestion

Le modèle a été capable de simuler l'impact sur la biomasse



Le sédiment de dock de Preston



des algues, associé à la modification d'un ou plusieurs apports. Les variables d'apport ont inclus les niveaux et flux d'eau variant avec le temps ; la vitesse et la direction du vent variant avec le temps ; les concentrations de nutriments variant avec le temps ;

Il a été identifié que le phosphore est un nutriment critique et son dégagement des sédiments de base est considéré comme processus clé. Ceci confirme la recherche précédente sur les nutriments limitants dans les eaux saumâtres.

Les options de gestion étudiées ont été placées dans trois catégories principales : 'Approvisionnement en eau', 'Sédiments' et 'Gestion du Dock'.

Les options d'approvisionnement en eau ont été testées pour examiner les effets de remplacement du volume perdu par des fuites et l'évaporation et ont inclus l'augmentation de la

nappe phréatique, l'augmentation des précipitations printanières, l'augmentation de l'eau de surface et l'utilisation d'un approvisionnement en eau potable.

Les résultats du modèle ont indiqué que l'augmentation d'eau fraîche à partir d'une quelconque source avait un effet limité sur la croissance des cyanobactéries dans le dock ; par ailleurs il y a des questions importantes pratiques et financières associées avec l'obtention d'approvisionnements de cette ampleur.

Des essais supplémentaires ont été entrepris pour évaluer l'utilisation du pompage préférentiel de l'estuaire afin de remplacer les pertes d'eau, y compris lors des opérations de l'écluse. Sur la base des résultats du modèle, la salinité augmentée dans le dock pouvait résulter en une croissance réduite des cyanobactéries ; si elle était combinée à d'autres options de gestion, des réductions importantes de la biomasse des algues pouvaient être réalisées.

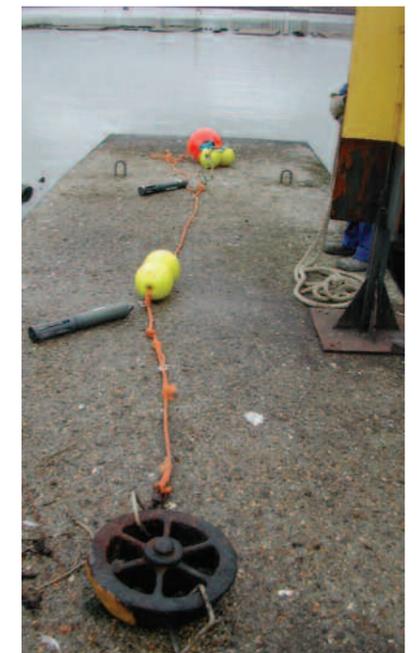
Les sédiments dans le dock représentaient une préoccupation importante en raison de leur distribution, du niveau de contamination et du potentiel de dégagement de nutriments. Les options étudiées concernant les sédiments, ont inclus l'enlèvement des sédiments et leur rejet en mer ; l'enlèvement des sédiments et leur mise en décharge et l'enlèvement de sédiments et leur élimination par épandage.

Toutes ces options ont été jugées inacceptables sur la base des difficultés liées aux opérations de dragage, des coûts impliqués et/ou des niveaux de

contamination.

L'effet d'encapsulation de sédiments a aussi été testé à l'aide du modèle du dock. Cette option a eu un effet positif prononcé en enlevant des flux de nutriments des sédiments dans la colonne d'eau. Toutefois, le réapprovisionnement continu des nutriments par les opérations de l'écluse et le réservoir considérable de nutriments dans la colonne d'eau ont limité le succès de cette option.

Les options de gestion du dock testées à l'aide du modèle du dock ont inclus la minimisation de la perte d'eau ; la prévention de la stratification saline et thermique par le mélange forcé ; le retrait de phosphore de la colonne d'eau et la création d'habitat.



La minimisation de la perte d'eau peut être réalisée par un système d'écluse pompée qui re-circule l'eau du dock et assure des pertes minimales d'eau et empêche les apports de nutriments et sédiments dérivés de l'estuaire. Cette option a eu un effet beaucoup plus bénéfique que les autres options d'approvisionnement en eau ou de gestion des sédiments.

Le mélange forcé d'une colonne d'eau vise à décomposer la stratification thermique et saline, qui peut empêcher le développement de conditions anoxiques dans les eaux inférieures et limiter les flux de nutriments des sédiments vers la colonne d'eau. Cette option a eu un effet bénéfique important mais une grande partie de ceci était dû à l'introduction d'eau plus saline dans les couches supérieures, ce qui limite la croissance des cyanobactéries. Il a été noté que sans mesures de réduction supplémentaire des nutriments, il est probable que l'espèce d'algue dominante actuelle, *Planktothrix agardhii*, serait remplacée par d'autres espèces d'algues.

L'observation des résultats a indiqué qu'il y avait un grand réservoir de phosphore biologiquement disponible dans la colonne d'eau dans le dock. Enlever le phosphore de la colonne d'eau peut être accompli en appliquant une argile modifiée ou de l'ocre d'eau de mine. Les résultats du modèle ont indiqué que sans intervention pour réduire ce réservoir de nutriments, les stratégies pour restreindre les flux de nutriments de l'estuaire du Ribble ou les sédiments du dock, ne permettraient pas de réaliser les réductions souhaitées de la biomasse des algues. Toutefois, les résultats ont aussi indiqué

qu'en isolation, sans contrôle des autres sources de nutriments, l'enlèvement seul du phosphore n'apporte aussi que des avantages limités.

Les résultats du modèle ont clairement indiqué que la stratégie finale devait cibler toutes les sources principales de nutriments ; le débit entrant de l'estuaire, les flux des sédiments et les stocks existants dans la colonne d'eau.

On a pensé qu'en plus d'une stratégie d'options combinées, l'inclusion d'un mélange forcé et la création de marais artificiels flottant offriraient des avantages supplémentaires à long terme.

Sur la base des résultats de la modélisation et d'une évaluation détaillée des diverses combinaisons d'options, une liste finale des options combinées, a été proposée.

1. Le recouvrement des sédiments & l'épuisement des nutriments en combinaison avec des mélangeurs de colonne d'eau.
2. Le recouvrement des sédiments & l'épuisement des nutriments en combinaison avec un système fermé de dock ou le pompage préférentiel pendant les opérations du dock.
3. Le recouvrement des sédiments & l'épuisement des nutriments en combinaison avec des mélangeurs de colonne d'eau et un système fermé de dock ou le pompage préférentiel pendant les opérations du dock.

La liste d'options a été présentée aux propriétaires du dock, la municipalité de Preston qui examine le financement et la mise en application des options.

Rapport français

Le rapport français détaille les résultats de chaque étape de la méthodologie d'étude et indique sa progression afin de mieux comprendre les conditions environnementales et les caractéristiques physiologiques derrière les proliférations de dinoflagellés.

Les conclusions clé peuvent être résumées en observant les résultats des trois étapes de principe de cette étude.

Programme d'échantillonnage & analyse des données

La première étape du projet français a été l'étude in-situ des conditions environnementales dans l'estuaire de la Penzé.

Des études précédentes de l'estuaire de la Penzé avaient défini les caractéristiques générales contrôlant les proliférations d'*Am* ; ces caractéristiques avaient permis de développer un programme d'échantillonnage qui pouvait suivre le développement de l'*Am* et des espèces coexistantes, des marées de printemps aux marées de morte-eau. Lors du programme d'échantillonnage, les données écologiques suivantes ont été recueillies sur le terrain afin de surveiller les facteurs clé impliqués dans une prolifération :

- Données météorologiques et hydrodynamiques
- Données des paramètres hydrologiques : température, salinité, nutriments (nitrate, phosphate, ammoniac, silicate), matières en suspension, particules, lumière & turbidité
- Les données des paramètres biologiques : chlorophylle a, identification et énumération des différentes micro-algues accompagnant l'*Am*

Le programme d'échantillonnage a couvert les cycles de marées complets mais bien que plusieurs des caractéristiques d'une prolifération critique soient visibles, aucun événement toxique n'a été observé et aucune contamination de toxine paralysante n'a été détectée.

Plus de 50 différents taxons ont été dénombrés, les diatomées et les dinoflagellés étant les espèces dominantes de la communauté de micro-plancton. Pendant toute la période d'étude, le dinoflagellé *Heterocapsa triquetra* (*Ht*) a été présent et a semblé être le compétiteur principal de l'*Am*.

Les observations des variations verticales dans la colonne d'eau ont révélé une forte stratification dans la salinité et la distribution des cellules d'*Am* en micro-prolifération d'algues. Les concentrations de chlorophylle-a

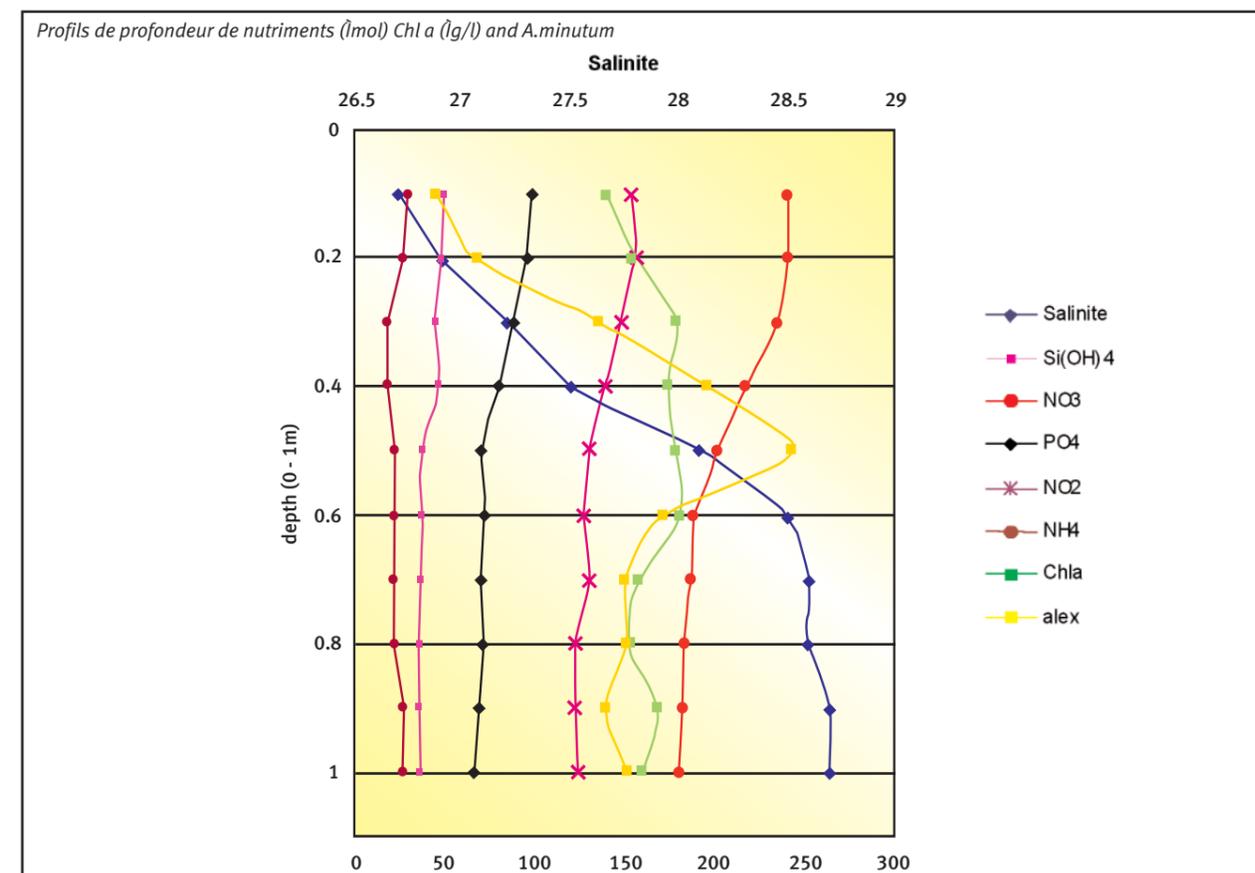
et de nutriments donnent des signes de stratification faible. Ceci suggère que la distribution des cellules d'*Am* a été plus contrôlée par des courants physiques que par la distribution de nutriments.

Les concentrations enregistrées d'ammoniac et de nitrate ont clairement indiqué que le nitrate ne limitait pas la croissance d'*Am*. Des concentrations relativement basses de phosphore combinées avec la très grande disponibilité d'azote pendant l'étude, ont indiqué que les phosphates représentaient probablement le meilleur candidat de contrôle de la croissance des algues dans l'estuaire.

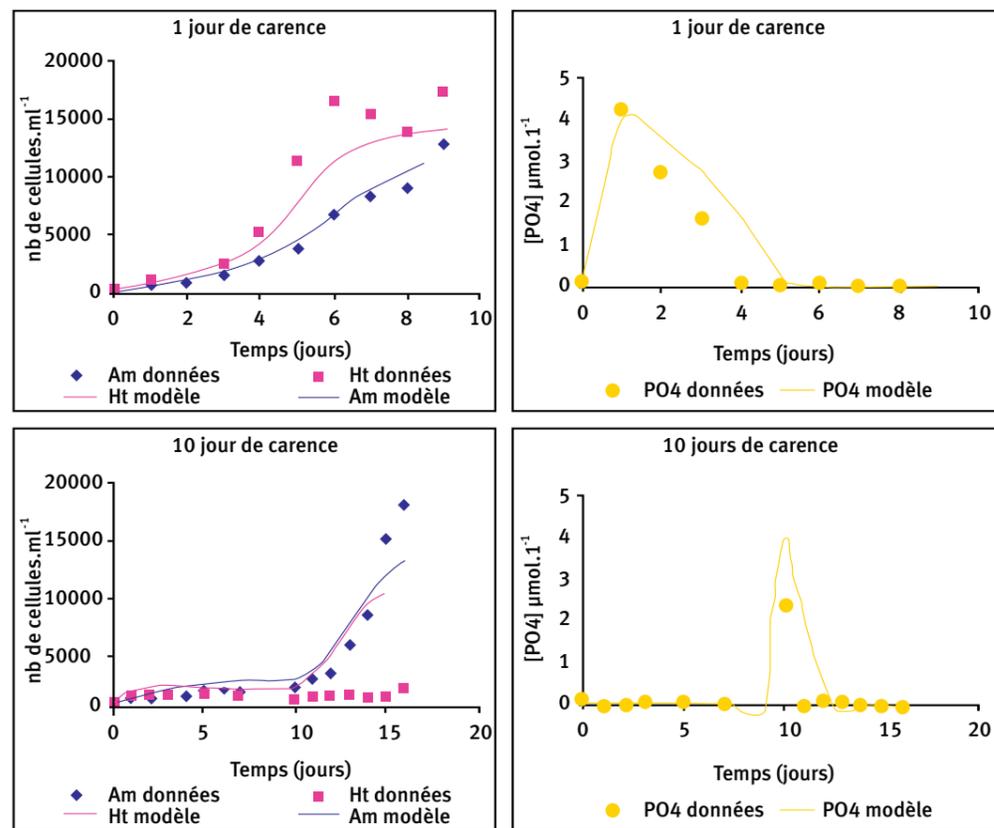
Le programme d'échantillonnage a confirmé certaines des conditions favorables établies pour le développement d'*Am* : une température critique de 16°C, un



débit bas de rivière et des marées de morte-eau pour atteindre les concentrations maximales. Toutefois, il a aussi clairement établi que le développement de prolifération débute lors des marées de printemps et a confirmé que les proliférations d'*Am* dans l'estuaire de la Penzé sont des événements très limités dans le temps et l'espace.



Simulation modèle de la compétition entre Alexandrium et Heterocapsa sous P carance



Etudes in vitro en laboratoire

La deuxième étape de l'étude française a été l'étude in-vitro du rôle mal compris des nutriments sur la croissance des algues et la compétition pour les nutriments entre les espèces dominantes d'algues.

Les apports de nutriment dans l'estuaire de la Penzé sont caractérisés par des rapports élevés d'azote par rapport aux concentrations de phosphore, ce qui a été confirmé lors du programme d'échantillonnage. Par conséquent, les études en laboratoire se sont concentrées sur ces deux nutriments.

L'Am domine rarement la communauté phytoplanctonique dans l'estuaire de la Penzé et il est

d'habitude associé à d'autres espèces qui atteignent aussi des concentrations élevées. Le dinoflagellé Ht a souvent été observé dans des concentrations élevées lors des études in-situ et a été choisi comme compétiteur principal lors de l'étude in-vitro.

Les capacités d'absorption d'azote de l'Am ont été étudiées en observant la composition des nutriments, leur capacité et leur effet sur les cellules d'algue. Les résultats obtenus ont permis d'établir les conditions de limitation et de maintien de l'Am dans son environnement naturel et étaient nécessaires pour établir un modèle plus approfondi des conditions de croissance de l'Am.

Les résultats ont clairement

indiqué que l'Am a une grande affinité avec le nitrate et l'ammoniac et que cette espèce est un bon compétiteur comparé à d'autres espèces de phytoplancton, lorsque les concentrations d'azote dans un plan d'eau sont basses.

Des études in-vitro en laboratoire ont aussi été réalisées afin de quantifier les réponses physiologiques d'Am avec différents apports de phosphate qui étaient représentatifs des conditions nutritionnelles échantillonnées in situ. Les réponses principales ont été évaluées en termes de taux de croissance, de consommation de phosphate et de capacité de stockage de phosphore.

Cette partie de l'étude a aussi examiné la compétition entre Am et Ht suivant différentes conditions de phosphate. Les réponses physiologiques aux études de compétition ont été utilisées pour permettre d'étalonner un modèle biologique de la croissance d'Am.

Les résultats ont indiqué que la dominance d'Am baissait lors des longues périodes d'apport de phosphate et qu'Am était plus compétitif dans des conditions limitant fortement le phosphate. L'expérience a aussi confirmé qu'Am survie mieux que Ht lorsque les concentrations de phosphate varient beaucoup sur le temps.

Les données recueillies sur le rôle du phosphore sur la croissance d'Am, y compris les taux de consommation de phosphate et les capacités de stockage de phosphore, ont contribué à mieux étalonner le modèle biologique.

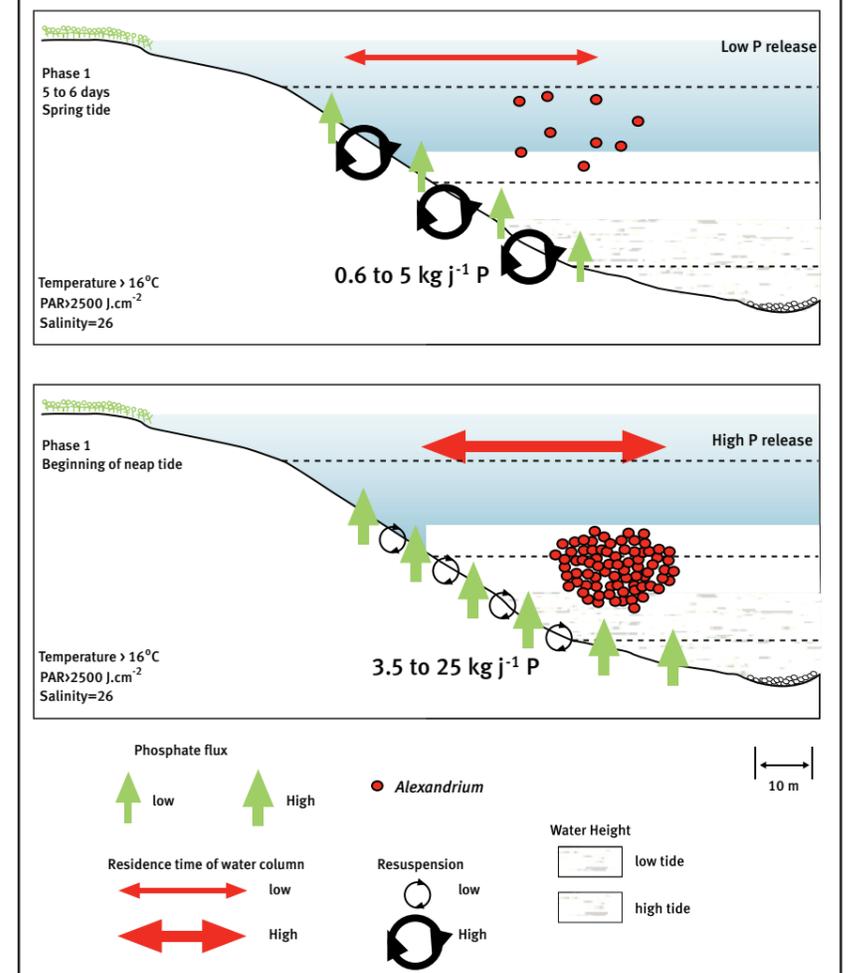
Modélisation

Les deux premières étapes du projet français ont été conçues pour permettre de produire des modèles mathématiques plus précis afin de mieux comprendre les dynamiques de la croissance d'Am et les facteurs environnementaux qui l'influencent.

Le travail de modélisation a été développé en deux parties : une cherchant à simuler la croissance d'Am en utilisant un modèle écophysologique étalonné par les expériences in-vitro en laboratoire et une deuxième cherchant à simuler les conditions environnementales dans l'estuaire de la Penzé avec un modèle hydro-sédimentaire en 3D obtenus des données in-situ.

Le modèle écophysologique qui a été développé, a reproduit précisément la croissance d'une cellule d'Am mais a eu des

Modèle conceptuel des facteurs influençant Alexandrium minutum



difficultés à reproduire les taux mesurés de consommation de phosphate. Le modèle était capable de reproduire le changement entre la dominance de Ht et la dominance d'Am durant des conditions variantes limitant le phosphore, comme observé lors des expériences in-vitro mais la simulation globale de croissance de Ht était médiocre.

La modélisation physique de l'estuaire de la Penzé avait deux fonctions premières : déterminer la base physique du modèle écologique et donner une idée des processus physiques qui influencent probablement les proliférations d'Am, telles que les stratifications de densité, les

modèles de turbidité ou la resuspension des kystes de dinoflagellés enterrés.

Un modèle de sédiment en 3D a été associé à un modèle d'eau afin de prendre en compte les échanges les plus importants d'eau/de sédiments. Le modèle a été construit pour tout l'estuaire de la Penzé, à partir de la limite supérieure des marées jusqu'à Roscoff, un port ouvert à la Manche. Le modèle était capable de simuler les effets des variations physiques y compris la marée, le débit de rivière en amont et les flux d'énergie thermique. Les effets du vent ont été négligés.

Les essais de scénario des modèles se sont d'abord concentrés sur l'impact des aspects hydrodynamiques sur les proliférations d'*Am* étant donné que le programme d'échantillonnage in-situ avait indiqué que les proliférations d'*Am* étaient liées aux marées de morte-eau. Cette étape a inclus l'association du modèle hydro-sédimentaire en 3D à un modèle très simple d'*Am* et a permis d'examiner le maintien de la prolifération dans l'estuaire et d'évaluer le risque de contamination des zones conchylicoles.

La deuxième étape examinant la formation des proliférations, a introduit le modèle de croissance d'*Am* dans le modèle hydro-sédimentaire en 3D. L'objectif de cette étape était de déterminer si les conditions favorables définies dans l'étude sur le terrain (température critique de 16°C, débit bas de rivière, marées de morte-eau et une période de 10 jours d'éclairement énergétique élevé) sont suffisants pour expliquer les proliférations d'*Am*. Les nutriments n'ont pas été pris en compte dans cette étape étant donné qu'on connaissait les taux excessifs d'azote et de phosphore et que ceux-ci n'étaient donc pas des facteurs limitant.

Des travaux supplémentaires ont démontré que le modèle peut prévoir quand l'*Am* proliférera mais ne peut pas dire pendant combien de temps ou prévoir son intensité. Des options de gestion à long terme sont dorénavant envisagées pour perturber les conditions préférées établies pour les proliférations d'*Am*, ainsi que des essais et le développement supplémentaires du modèle.

Rapport portugais

L'étude portugaise visait à comprendre comment les algues, les champignons et les bactéries influencent l'utilisation de l'eau de baignade ou de loisirs et comment ils doivent être considérés conformément à la nouvelle Directive sur les eaux de baignade.

L'équipe du projet espérait que l'étude lui permettrait de développer des options durables pour réduire la prolifération d'algues au réservoir de Montargil et pour établir une série d'indicateurs microbiologiques spéciaux pour la qualité des sables côtiers et intérieurs aux sites d'eau de baignade classés.

Les résultats de la méthodologie d'étude développés pour accomplir ces objectifs, sont résumés comme suit.

Programme d'échantillonnage et d'analyse

La collecte des données aux deux sites a impliqué un régime de surveillance composé d'échantillonnage et d'analyse automatisés et traditionnels, avec un examen de routine des données historiques compilées par l'INAG.

Des suites d'échantillonnage séparées ont été établies pour surveiller la qualité microbiologique du sable et de l'eau.

L'échantillonnage de la qualité de l'eau a été réalisé pour surveiller :

- Les paramètres chimiques & physiques y compris les nutriments, les solides en suspension, l'oxygène dissous, la température et le pH.
- Les paramètres biologiques y compris la chlorophylle-a, les microcystines et les

indicateurs biologiques fécaux.

La qualité de l'eau du réservoir de Montargil a été surveillée à plusieurs endroits afin d'établir une caractérisation temporelle et spatiale du réservoir.

La surveillance de la qualité du sable a été réalisée pour contrôler:

- Les paramètres chimiques & physiques y compris les nutriments et les niveaux d'oxygène.
- Les paramètres biologiques y compris les indicateurs biologiques fécaux, les moisissures potentiellement pathogènes, les levures, les dermatophytes et les champignons opportunistes.

La qualité du sable a été surveillée aux plages d'eau de baignade classées du réservoir : Praia dos Tesos, Pintado et Foros do Mocho.

Afin de comparer ces plages intérieures à une plage côtière où une quantité et diversité plus basses de champignons est prévue, la plage de Zambujeria do Mar a aussi été échantillonnée pour vérifier la qualité de l'eau et du sable.

Deux échantillons ont été prélevés à chaque plage, afin de caractériser deux zones différentes de la plage :

- Zone sèche – la zone qui n'est pas normalement inondée par la rivière ou l'eau de mer et où les personnes se font normalement bronzer.
- Zone humide – la zone intertidale au bord de l'eau que les personnes (normalement les enfants et les personnes âgées) utilisent comme lieu récréatif.

Des échantillons composites ont été pris dans chacune des zones représentatives du site.

Des analyses chimiques de l'eau à l'interface plan d'eau/sable ont été réalisées afin d'évaluer les conditions limitant la croissance des champignons, bactéries et algues et parce qu'elles peuvent refléter l'état hygiénique du sable.

Analyse des données

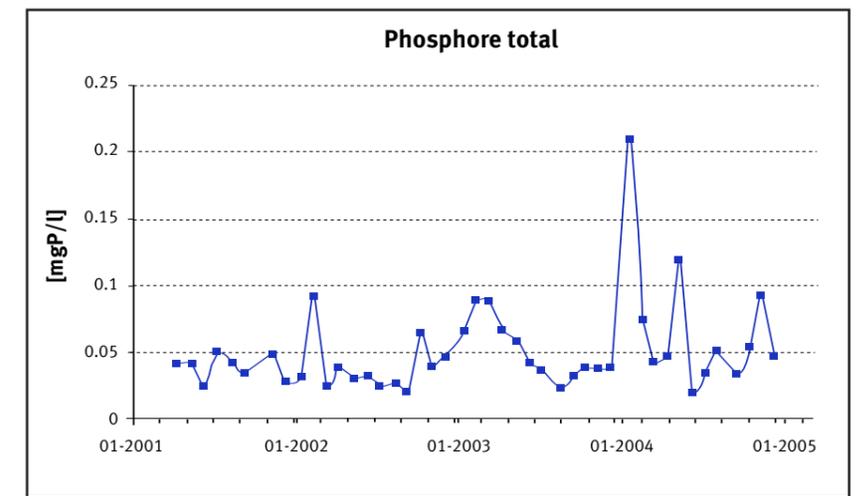
Une combinaison des données historiques d'INAG et des nouvelles données d'ICREW a été utilisée pour examiner la relation entre la qualité de l'eau, la qualité du sable et les zones de bassin versant.

Les résultats de l'analyse des données se concentrent sur deux points clé de l'étude.

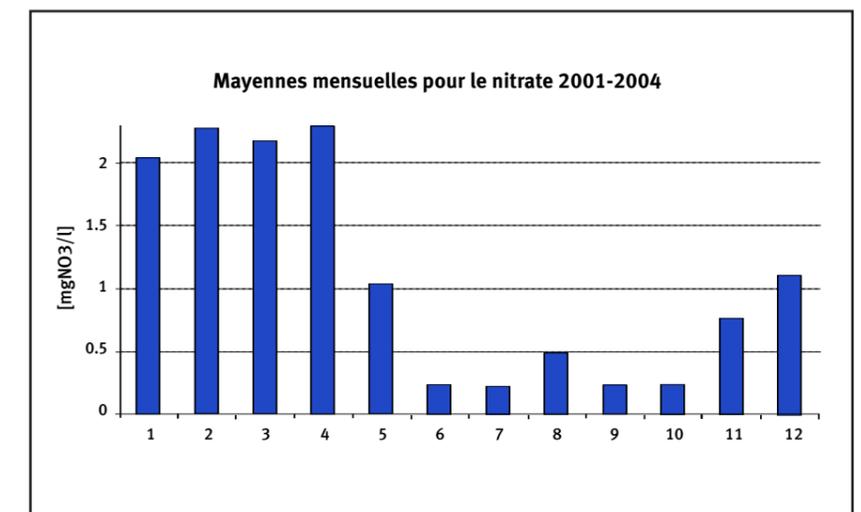
Cyanobactéries dans le réservoir de Montargil

Dans les systèmes d'eau douce, le phosphore et l'azote sont les nutriments les plus importants pour la production de phytoplancton et la concentration de phosphore est d'habitude le facteur limitant de croissance. L'augmentation de ces nutriments dans les systèmes d'eau douce est d'habitude citée comme cause principale d'eutrophication, lorsque la production primaire dépasse la consommation et la décomposition.

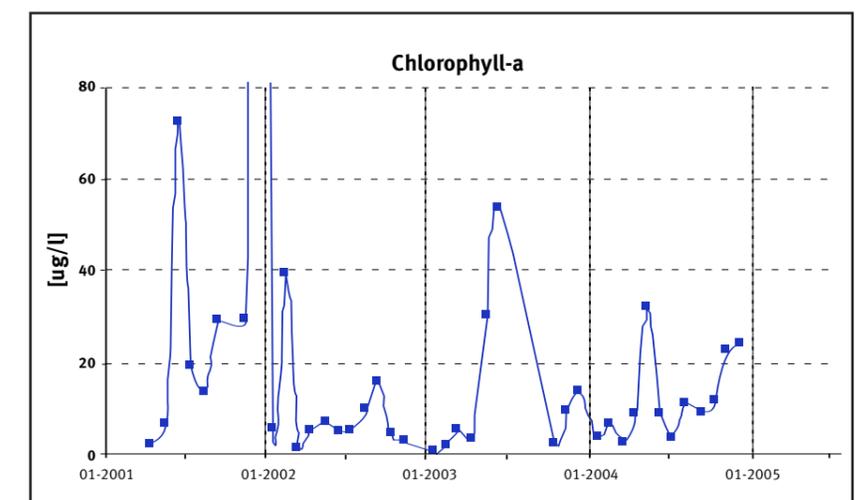
L'analyse des données de la qualité de l'eau s'est concentrée sur les tendances des niveaux de nutriments, de chlorophylle-a et de microcystines. En préparation pour le processus de modélisation, le programme d'échantillonnage et d'analyse a identifié les variations temporelles clé, telles que les fluctuations du niveau d'eau dues aux variations de demande d'eau pour l'irrigation et la production d'électricité et de concentrations des nutriments disponibles.



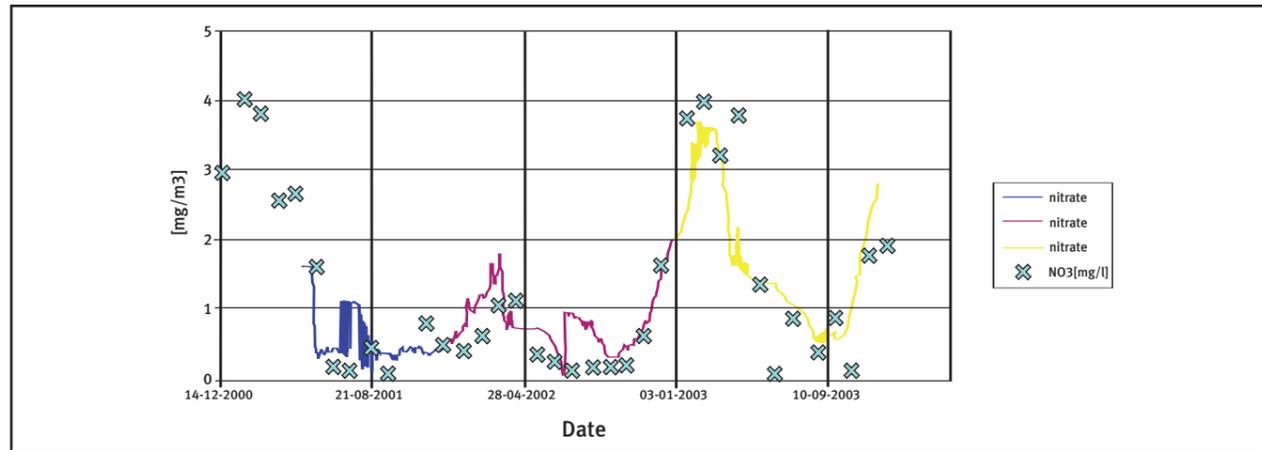
Variations totales de phosphore à Montargil (INAG)



Moyennes mensuelles pour le nitrate (Montargil)



Variations de Chlorophyll-a (Montargil)



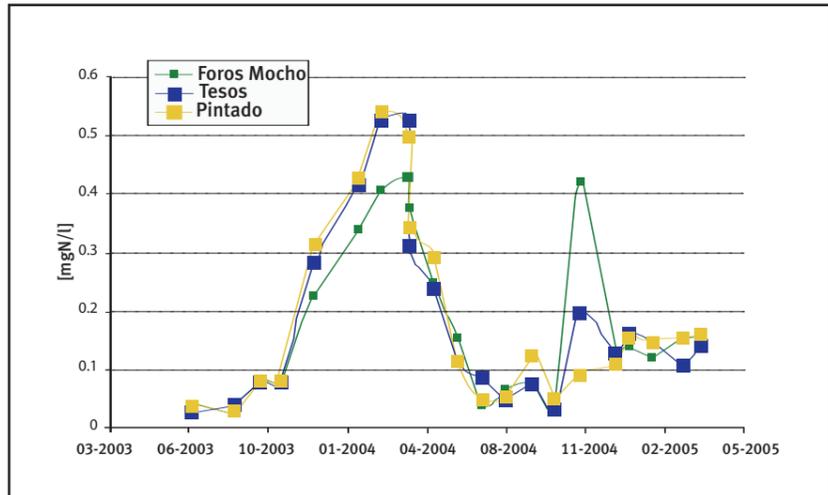
Nitrate modelé et observé nivelle à Montargil

On a constaté que les concentrations d'orthophosphate (la fraction dissoute de phosphore total la plus facilement assimilée par les producteurs primaires) atteignaient leur valeur maximale en hiver lorsque la production primaire est à son point le plus bas et les apports d'eau de la rivière Sôr et autres affluents étaient à leur maximum.

Les crêtes de concentrations de chlorophylle-a ont généralement lieu de mai à décembre, ce qui combiné au fait que les concentrations de nutriments sont plus basses pendant l'été, pointe à une situation où la production primaire est limitée par les nutriments.

Les espèces les plus courantes de cyanobactéries présentes dans les proliférations observées étaient *Aphanizomenon flos aquae*, *Anabaena spiroides* et *Microcystis aeruginosa*.

Les mesures du rapport total d'azote par rapport au total de phosphore (total N:P) sont souvent utilisées pour expliquer la dominance des cyanobactéries ; on pense en effet que des concentrations élevées de phosphore et les rapports bas de N:P favorisent les proliférations de cyanobactérie. En général, on pense que toutes les espèces de cyanobactéries ont un avantage



Variations de nitrate à Montargil échoue

compétitif par rapport aux autres espèces de phytoplancton dans des environnements avec peu d'azote.

Les rapports totaux de N:P aux trois plages de Montargil étaient proches des limites documentaires proposées pour la domination des cyanobactéries. La variation annuelle du rapport total de N:P a indiqué une forte baisse en avril-mai coïncidant avec la première crête de chlorophylle-a.

180 différents taxons ont été observés dans la communauté de phytoplancton. Les cyanobactéries représentaient le groupe le plus abondant de

l'étude, hormis pendant la période octobre/novembre 2004 lorsqu'une augmentation des diatomées et une prolifération de *Ceratium hiurdinella* ont été observées. Les hépatotoxines *Microcystis aeruginosa* et *Anabaena spiroides* étaient les contributeurs principaux aux concentrations élevées de microcystines détectées durant l'étude.

Indicateurs microbiologiques de la qualité du sable

L'analyse des données a examiné la distribution des champignons et des bactéries dans le sable et l'eau sur toutes les plages surveillées au réservoir de Montargil et à la plage de Zambujeira do Mar.

Les champignons isolés ont été comptés et groupés en quatre catégories de levures, pathogènes potentiels, dermatophytes et 'autres' champignons.

Les données sur tous les paramètres microbiologiques ont ensuite été analysées afin d'essayer d'identifier des rapports statistiques importants entre eux. Une analyse statistique a aussi été réalisée pour identifier toute corrélation importante entre les paramètres microbiologiques et les paramètres physiques et

chimiques mesurés, tels que les nutriments, la demande chimique d'oxygène, le pH et la turbidité.

L'analyse du sable a révélé de fortes corrélations entre les groupes individuels de champignons et des corrélations modérées entre les groupes de champignons et certains des autres paramètres incluant le total de coliformes et la demande chimique d'oxygène.

L'analyse de l'eau n'a pas révélé de corrélations importantes entre les 4 groupes de champignons ou

entre les paramètres physiques ou chimiques.

En général, les sables secs et humides intérieurs étaient plus contaminés par des champignons que les eaux du réservoir, le sable sec était généralement le plus riche en champignons.

La distribution des champignons observée sur les plages intérieures s'est révélée semblable à ce qui avait été démontré par des études précédentes sur les plages côtières portugaises mais l'abondance était beaucoup plus élevée que sur les plages côtières.

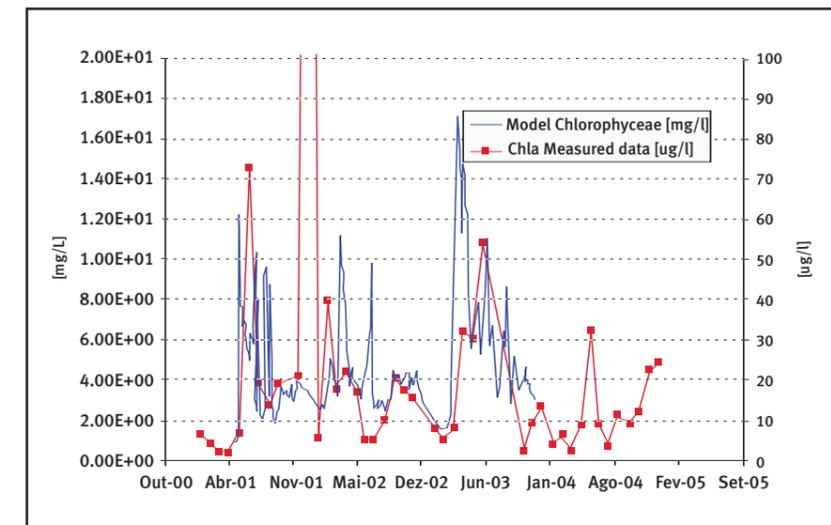
Modélisation

Afin de simuler la qualité de l'eau dans le réservoir de Montargil et pour permettre d'examiner les options de gestion, deux systèmes différents ont été modélisés, le bassin de la rivière Sôr et le réservoir.

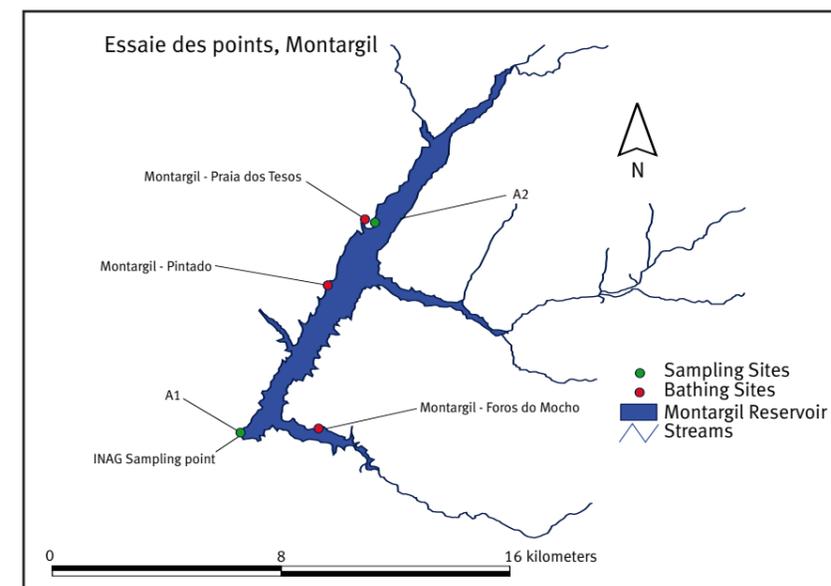
Le bassin de la rivière Sôr a été étudié lors de l'AP2 avec les outils développés dans l'AP4. Les résultats de ces deux Actions Pilotes ont été essentiels à l'évaluation des charges de nutriments que la rivière Sôr rejette dans le réservoir. Ces charges ont été les éléments clé de l'AP7 pour évaluer l'impact des options de gestion du bassin de la rivière sur la prolifération des cyanobactéries dans le réservoir.

Comme l'analyse des données l'a montré, les processus de qualité de l'eau dans le réservoir sont assez complexes. La modélisation de l'AP7 de ces processus a exigé un modèle capable de simuler la stratification verticale, la variabilité horizontale, les processus hydrodynamiques, les cycles d'azote & de phosphore et les producteurs primaires.

Afin de remplir ces exigences, un modèle hydrodynamique a été développé puis associé au modèle



Chlorophyll-a modelé et observé nivelle à Montargil



Essaie des points, Montargil

de qualité de l'eau développé dans l'AP4.

Le modèle résultant a été étalonné et a indiqué une simulation précise des données enregistrées sur le terrain pour la température de l'eau, le niveau de l'eau, les concentrations de nitrate et d'orthophosphate. Les données simulées des niveaux de chlorophylle-a et algues chlorophycées ont généralement établi une bonne comparaison avec les niveaux observés.

Toutefois, les simulations ont identifié que l'espèce dominante était les algues chlorophycées, au contraire des données sur le terrain qui ont indiqué une domination des bactéries cyanobactériennes du réservoir toute l'année.

Discussion

Cyanobactéries dans le réservoir de Montargil

Le modèle a été utilisé avec des données de l'AP2 pour évaluer les options de gestion du bassin visant à améliorer la qualité de l'eau et à contrôler la prolifération d'algues.

L'interrogation du modèle et des données collectées a estimé qu'une charge annuelle d'environ 70 tonnes d'azote total et de 12 tonnes de phosphore total établirait un système où les cyanobactéries ne sont pas l'espèce dominante. Ceci est à comparer à la moyenne annuelle actuelle d'environ 24 tonnes de phosphore total et 120 tonnes d'azote total.

Ceci a été soutenu par l'observation du fait que la présence de cyanobactéries était liée de près aux chutes de pluie. Par conséquent, le rapport recommande que, étant donné que la saison pluvieuse portugaise débute à la fin du mois de septembre, si les niveaux de précipitations sont élevés de

septembre à avril, un programme de surveillance plus strict des microcystines soit mis en place pendant la période suivante de baignade.

Sur la base de la réduction estimée des nutriments requis pour restreindre la dominance des cyanobactéries, les options de réductions des nutriments ont été envisagées en se basant sur les données du bassin versant de la rivière, compilées par l'AP2.

L'AP2 a montré qu'aucune des stations d'épuration du versant du réservoir n'effectuaient de traitement tertiaire. Ceci signifie que la plus grande partie des nutriments des eaux usées sont rejetés directement dans les cours d'eau alimentant le réservoir. Toutefois, il a été calculé que la réduction de nutriments pouvant être obtenue en mettant en vigueur ce type de traitement de manière isolée, a peu de chance de produire la réduction requise pour éviter une dominance des cyanobactéries.

L'évaluation des options a souligné qu'une réduction des nutriments apportés par les rejets industriels et la production animale serait nécessaire pour atteindre les réductions exigées. L'AP2 a estimé que ces deux sources fournissent 40 % de la fraction globale d'azote et 59% de la fraction globale de phosphore rejetés dans le réservoir.

Dans le versant du réservoir de Montargil, on a relevé la présence d'un grand nombre de pâturages pour moutons. Le rapport suggère que la protection des rivages près du réservoir pourrait avoir un impact sur la réduction des nutriments et recommande que le code portugais de bonne pratiques agricoles soit activement mis en vigueur, surtout

en ce qui concerne les fermes proches du réservoir.

Les rapports de total N:P enregistrés ont généralement dépassé les valeurs documentaires prescrites pour la dominance de cyanobactéries. Ceci est confirmé par le fait que l'espèce dominante de la communauté de cyanobactéries était *Microcystis*, une espèce qui n'utilise pas l'azote atmosphérique comme source de nutriments.

Cette situation est potentiellement dangereuse étant donné qu'on sait que *Microcystis* produit des toxines. Cette étude n'a pas pu produire des avancées sur les conditions dans lesquelles les toxines sont relâchées, car aucun événement important de dégagement de toxine n'a eu lieu.

Indicateurs microbiologiques de la qualité du sable

Les travaux sur les indicateurs microbiologiques potentiels de la qualité du sable, n'ont pas permis de corréler logiquement les groupes de champignons les uns avec les autres ou avec les autres paramètres étudiés. Le rapport recommande que des études supplémentaires soient utilisées pour explorer la corrélation potentielle entre les indicateurs biologiques fécaux de bactéries et levures ou les pathogènes fongiques potentiels. Le rapport suggère que sur la base des résultats de l'étude ICREW et des recherches précédentes, les normes de qualité de sable soient établies et que des travaux supplémentaires sur les aspects en rapport à la santé humaine, soient poursuivis.

3.2 Recommandations nationales et européennes

L'AP7 a élaboré des recommandations nationales et européennes, destinées aux planificateurs de l'espace & promoteurs, qui soulignent les problèmes liés aux algues devant être pris en compte lors de la planification de développements proches d'eaux de loisirs.

La résurgence de l'intérêt des développements autour des docks, quais, eaux côtières et intérieures reflète à bien des égards les avantages commerciaux représentés par l'emplacement au cœur des plans de développements du littoral, des rivières, canaux, lacs et réservoirs. Les voies navigables peuvent ouvrir de nouvelles routes d'accès et transformer les zones de bord de quai en destinations de loisirs attrayantes et respectueuses de l'environnement.



Harbour City 2005

Savoir qu'il est sûr de se baigner ou de jouer dans l'eau est un facteur important dans le choix de destination des vacanciers. Des voies navigables saines sont essentielles à l'industrie du tourisme. Les études indiquent que de plus en plus de personnes participent régulièrement à des sports nautiques ou prennent part à des activités de loisirs impliquant l'eau. Par conséquent, il est logique d'un point de vue économique et environnemental de rendre les sites aquatiques sûrs et esthétiques.

Les algues, les champignons et les bactéries peuvent avoir un impact majeur sur la qualité des eaux de baignade, de loisirs ou conchylicoles et peuvent nuire à l'économie et à l'image des régions affectées.

Les algues et leurs toxines représentent un risque sanitaire particulier par l'intermédiaire de l'approvisionnement pollué d'eau potable, des eaux de baignade et de loisirs contaminées ou de l'ingestion de coquillages infectés. Même durant une prolifération mineure d'algues, les activités de loisirs peuvent souvent être réduites ou restreintes en raison des mauvaises odeurs ou de l'aspect inesthétique.

Le document de l'AP7 'Algues & Eaux de baignade ~ Recommandations'* explique comment les politiques d'aménagement stratégiques et la conception d'un projet associé à des voies navigables peuvent protéger et améliorer l'utilisation récréative durable des eaux intérieures et côtières. Il est conçu pour aider toutes les personnes impliquées dans la production, la consultation et la mise en œuvre des plans locaux et régionaux et des stratégies de gestion des sols. Les promoteurs, organismes de gouvernement local, agences publiques, riverains et utilisateurs de voies navigables tireront aussi parti de l'utilisation de la recommandation.

La recommandation examine l'importance de l'utilisation récréative des eaux intérieures et côtières. Elle explique aux décideurs et pratiquants comment protéger et améliorer les possibilités de loisirs afin d'encourager un environnement plus sain et d'améliorer la compréhension des questions environnementales.

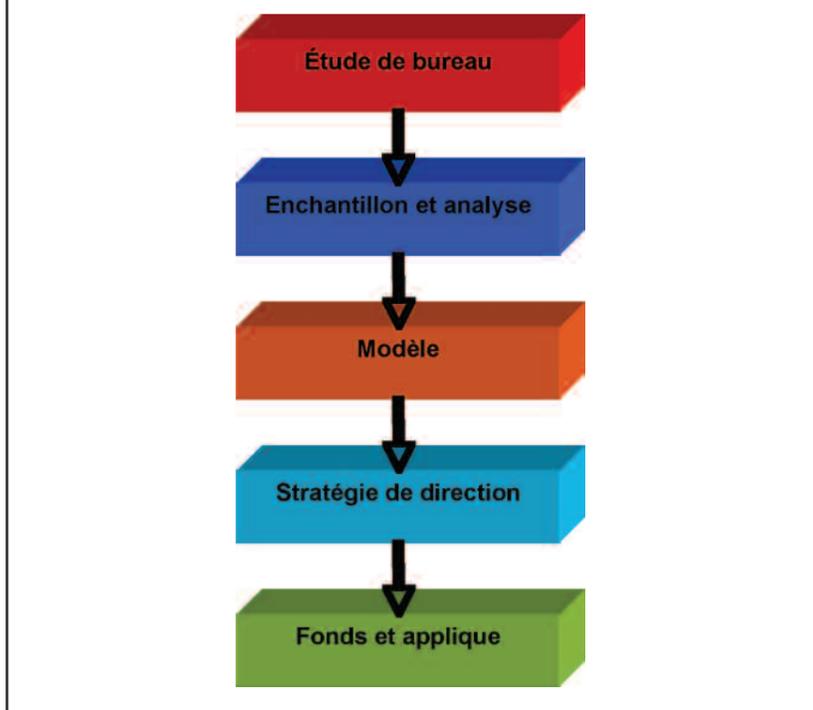
Le document fournit des recommandations essentielles aux planificateurs en matière de gestion et de contrôle des algues afin d'optimiser la régénération urbaine des zones en bord d'eau, de protéger la santé humaine, de soutenir le tourisme et d'activer l'économie. Il prend en compte les conclusions de l'AP7, des données de l'Organisation Mondiale de la Santé et des rapports internationaux d'organismes spécialisés, d'instituts médicaux et de recherche. Il est conçu pour aider toutes les parties prenantes à assurer que les environs de sites aquatiques sont utilisés en toute sécurité et que leurs potentiels de loisirs, de pêche, d'agriculture et de mariculture sont totalement utilisés.

La recommandation encourage un cadre de travail développé dans l'AP7 qui détaille la meilleure pratique de gestion et d'étude des algues. L'objectif ultime de ce cadre de travail est de développer une stratégie de gestion solide, qu'un propriétaire ou promoteur peut utiliser pour obtenir un permis de construire d'un développement en bord d'eau et peut ensuite mettre en pratique le contrôle de la prolifération des algues. Une stratégie réussie permettra d'utiliser totalement le potentiel d'un plan, qu'il soit récréatif, commercial ou industriel.

La recommandation inclut un guide étape par étape qui explique chaque étape clé du cadre de travail pour arriver à une stratégie de gestion des algues qui est basée sur des données scientifiques sérieuses et donnera confiance en sa mise en œuvre.

Les étapes génériques du cadre de l'AP7, présentées dans la recommandation, sont décrites ci-

Le cadre pour la direction des algues et contrôle



après et illustrées par l'organigramme 1.

Étude documentaire

Établir les sources de base d'informations essentielles sur un plan d'eau et son bassin versant permet d'examiner en intégralité toutes les données précédentes, par ex. qualité biologique et chimique de l'eau, fréquence de prolifération des algues, modèles d'utilisation.

Une étude documentaire vous familiarise au plan d'eau et révèle les régimes de gestion historiques et actuels. Ceci permet de déterminer quelles données supplémentaires sont requises et peut aider à éliminer certains mécanismes de contrôle qui ont déjà été essayés.

Échantillon & analyse

Une compréhension détaillée de la condition d'un plan d'eau est essentielle pour élaborer une stratégie future de gestion.

Les informations d'un programme d'échantillonnage sont utiles à la gestion efficace des eaux affectées et à la protection de la santé publique mais elles doivent permettre de développer un modèle mathématique du plan d'eau.

Un modèle mathématique qui représente avec précision le plan d'eau qu'il vise à simuler, peut uniquement être construit si un programme statistique valable d'échantillonnage et d'analyse est établi pour examiner la composition physique, chimique et microbiologique du plan d'eau.

Les programmes d'échantillonnage doivent examiner trois aspects principaux : les paramètres à surveiller ; le type de surveillance, ainsi que sa fréquence et sa durée.

Les observations doivent couvrir les facteurs physiques, chimiques et climatiques connus qui contribuent au développement de

la prolifération des algues. Ceux-ci peuvent inclure les paramètres tels que les chutes de pluie, la vitesse du vent, la lumière solaire, la salinité, les nutriments, la turbidité, les demandes d'oxygène et l'identification et la quantification des espèces dominantes d'algues, de bactéries et de champignons.

La surveillance doit aussi couvrir les variations temporelles et spatiales dans un plan d'eau y compris l'identification de stratifications thermales ou salines. Ceci nécessite souvent l'utilisation d'une variété de stratégies de surveillance et le déploiement d'équipements de surveillance innovants, telles que des bouées d'échantillonnage à distance, automatisées et continues.

La fréquence et la durée d'un programme d'échantillonnage sont essentielles pour comprendre entièrement un plan d'eau. Par exemple, les données fournies par le programme, doivent pouvoir mettre en valeur les variations diurnes et saisonnières de la qualité de l'eau et couvrir de manière adéquate les périodes d'utilisation critique ou de pointe, par ex. la saison de baignade, la saison de navigation d'une voie navigable ou la saison touristique de pointe.

Modèle

L'outil de principe lors du développement d'une stratégie de gestion des algues est le modèle mathématique. Celui-ci doit pouvoir simuler l'écosystème d'un plan d'eau, de façon à ce que de véritables options de gestion puissent être testées.

Les modèles mathématiques précis qui ont été étalonnés et validés à l'aide des données

recueillies lors du programme d'échantillonnage, peuvent être utilisés pour démontrer l'impact de différentes options de gestion sur la biomasse des algues.

Les études internationales qui ont utilisé des modèles simulant avec réussite les interactions physiques, chimiques et biologiques dans un plan d'eau et son bassin versant se sont révélées extrêmement utiles pour :

- Comprendre les processus derrière la prolifération des algues
- Tester la théorie de 'scénarios' de mécanisme individuel de contrôle
- Prévoir la formation de proliférations d'algues

Une variété de type de modèles existe : des modèles avancés hydro-sédimentaires et de circulation de l'eau en trois dimensions, en passant aux prévisions en deux dimensions de la croissance et du comportement des algues et aux descriptions simplement quantitatives des processus physiques, chimiques et biologiques.

Ceci est un domaine de travail très spécialisé dans lequel de nombreux cabinets-conseils, entreprises commerciales et

instituts de recherche traitent presque exclusivement de cette technologie.

Développer une stratégie de gestion

L'essai des options de gestion à l'aide de modèles du plan d'eau aide au développement d'une stratégie intégrale de gestion pour contrôler les algues et restreindre leur croissance à des niveaux acceptables.

L'éventail d'options disponibles pour contrôler ou enlever les algues à problèmes peut être divisé en trois grands domaines : restreindre la croissance en manipulant les sources d'alimentation (nutriments) ; enlever les algues de la colonne d'eau ou la destruction des cellules d'algues.

Le document de recommandation de l'AP7 fournit une liste résumée des options de gestion des algues qui peuvent être utilisées dans le cadre d'une stratégie intégrale et dont certaines ont été recommandées sur les sites d'études d'ICREW. Les options discutées incluent : minimiser les sources ponctuelles de pollution ; gérer les bassins hydrographiques y compris des mesures pour réduire la pollution agricole diffuse ; le mélange et l'aération



ICREW

artificiels de la colonne d'eau ; le recouvrement des sédiments et la manipulation d'habitat.

Les modèles peuvent être utilisés pour simuler la mise en vigueur de ces options potentielles et étudient l'impact prévu sur la biomasse des algues c.-à-d. que l'effet de la mise en application de mesures de gestion sur le bassin hydrographique afin de réduire l'apport de nutriments d'une rivière dans un plan d'eau peut être facilement représenté en modifiant la composition chimique de l'apport modélisé des cours d'eau.

Les essais de correction des problèmes liés aux algues impliquent fréquemment une approche au coup par coup, avec des solutions tentées en isolation et basées sur des données scientifiques minimales. Le plus souvent, ces approches n'éliminent pas le problème à long terme. Par ailleurs, les coûts d'étude et de gestion sont augmentés et il y a une perte de revenus entraînée par l'utilisation restreinte du site et la mauvaise image locale.

Comme il est probable qu'aucune option unique ne fournisse de solution intégrale, le document de recommandation de l'AP7 suggère

que l'évaluation des stratégies de gestion implique plusieurs critères. Les options proposées et stratégies intégrales devraient être testées par rapport à plusieurs critères afin de déterminer les programmes les plus appropriés. Cette approche assure que les priorités, telles que la technologie disponible, la facilité de construction, les dépenses d'infrastructure, les coûts d'exploitation et de maintenance et la complexité opérationnelle sont pris en compte.

Financement & mise en œuvre

Produire une stratégie de gestion avec des options de contrôle basées sur les essais d'un modèle mathématique n'est pas le fin mot de l'histoire. Il faut examiner comment une stratégie proposée sera financée et mise en œuvre. Il est essentiel que les planificateurs locaux et régionaux examinent ces questions en intégralité lors de la réalisation de plans locaux de développement de projets de régénération de zones en bord d'eau et de demande de construction.

La régénération des zones en bord d'eau implique que les gouvernements et les parties prenantes s'engagent à verser de vastes sommes d'argent. Aucune

stratégie ne peut garantir un succès garanti en raison de la complexité des floraisons d'algues et de leurs écosystèmes. Mais ce manque de certitude scientifique totale ne devrait pas être utilisé comme raison pour retarder les mesures rentables de prévention de la dégradation de l'environnement.

Le potentiel total des plans d'eau ne peut pas être réalisé si la qualité de l'eau ne le permet pas. Ceci implique de plus en plus la gestion et le contrôle de la prolifération des algues.

En suivant l'approche du cadre ICREW, les planificateurs de l'espace peuvent sanctionner en toute confiance le développement, s'engager à des essais sur le terrain et trouver des financements. Ceci encourage aussi les investisseurs potentiels à soutenir les développements et régénérations de zones basées sur le milieu aquatique au moment de l'évaluation des demandes.

3.3 Informations pédagogiques

L'un des objectifs de l'AP7 nécessitait la prestation d'informations pédagogiques au public afin que d'engager une prise de conscience sur les questions de santé et de l'environnement en rapport aux algues, champignons et bactéries.

Comprendre que la prolifération d'algues et des toxines présente un danger pour la santé humaine et animale est une condition préalable pour anticiper, éviter ou réduire leurs effets négatifs.

Faire prendre conscience des causes et des effets de la prolifération des algues permet de



clivia © BigStockPhoto.com

protéger les personnes, les animaux et la faune des dangers sanitaires associés mais peut aussi entraîner une réduction à long terme du développement de floraisons toxiques à travers la participation du public.

La reconnaissance rapide des floraisons et proliférations facilite leur gestion et permet de réduire leur impact sur une communauté.

Les études de cas et les évaluations des risques indiquent que les utilisateurs de l'eau (le public, les groupes de loisirs nautiques et les responsables des ressources en eau) ainsi que les groupes professionnels doivent prendre conscience des dangers liés aux algues, aux champignons et aux bactéries.

Pendant tout le projet, divers outils et techniques ont été utilisés pour communiquer les messages clé de l'AP7 à une audience plus large. Voici certains exemples :

Événements impliquant la participation de la communauté

Il y a eu plusieurs événements ouverts au public et utilisés pour promouvoir ICREW et présenter l'AP7 et les questions que ce projet cherchait à aborder. Lors du Festival annuel de Preston Riversway au Royaume-Uni, les études sur les docks de Preston ont été présentées et le support de l'opinion public pour le projet a été mesuré.

Les événements ont aussi été utilisés comme plate-formes pour alerter les utilisateurs de la présence d'accumulations dangereuses de cyanobactéries et de toxines et des risques lors d'utilisation de l'eau contenant les proliférations et les toxines.

Les outils utilisés ont inclus des présentations interactives et des questionnaires, des affichages nomades, des posters et des compétitions.

Signalisation

Un outil clé pour promouvoir le projet ICREW et faire prendre conscience des questions sanitaires autour des algues, champignons et bactéries a été l'utilisation de panneaux et affichages aux sites d'étude. Ces outils ont aussi permis de gérer l'utilisation des eaux de baignade et de loisirs et d'informer les utilisateurs des causes de développement des proliférations de cyanobactéries et des moyens par lesquels ils peuvent aider à réduire la formation de ces proliférations.

L'apport adéquat et opportun d'informations au public sera un élément clé de développement selon la Directive révisée sur les eaux de baignade.



PA7



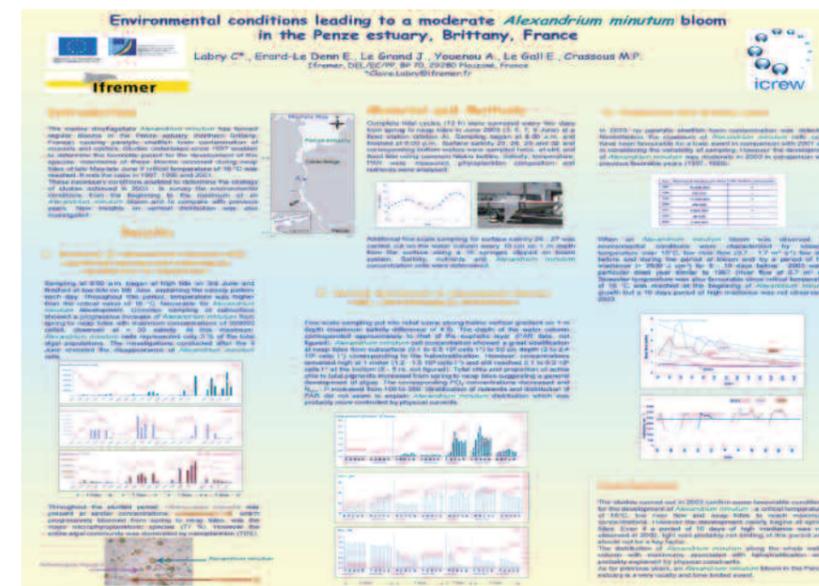
Sondages

Au Royaume-Uni et au Portugal des sondages d'opinion ont été réalisés pour juger de l'opinion publique et professionnelle sur la gestion des algues et des risques posés.

Les sondages ont aussi été utilisés pour avertir les utilisateurs et professionnels de santé des circonstances et voies d'exposition qui peuvent entraîner une intoxication.

Rapports de l'AP7

La communication & la propagation des rapports et de la note de recommandation de l'AP7 informeront une large audience (y compris les régulateurs environnementaux, les planificateurs locaux & régionaux, les utilisateurs, les propriétaires et promoteurs) des dangers associés aux algues, champignons et bactéries. Les résultats permettront d'identifier



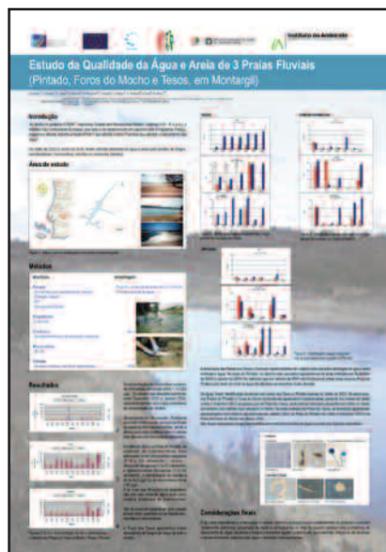
Affiche Ifremer

Publicité

Pendant les trois années du projet, des articles dans les journaux, des interviews à la radio, des bulletins d'information et des brochures ont été utilisés pour promouvoir les trois sous-projets de l'AP7 et permettre au secteur public & privé de surveiller la progression du projet.

Des plans de communication ont été utilisés pour suivre les types et la fréquence préférentiels des mises à jour fournies aux audiences cibles individuelles.

L'un des résultats principaux de l'étude portugaise a été la production d'une brochure intitulée "Cyanobactéries – Risques sanitaires" par la Direcção Geral da Saúde (Direction générale de la santé). Conçue principalement comme ressource pédagogique pour le public, la brochure sera aussi distribuée aux secteurs de la santé, de l'environnement, de l'agriculture et du gouvernement local.



Affiches Portugaises



Affiches Portugaises



DGS brochure

et de mettre en œuvre les politiques appropriées sur l'accès, l'utilisation, la consommation et le traitement de l'eau.

Le rapport portugais contient en exemple, un chapitre sur les cyanobactéries : Santé et Perception publiques. Ce chapitre traite de la question importante de l'analyse des risques et se penche sur les rôles, les responsabilités et les outils qui peuvent être utilisés aux étapes clé de la prévention, évaluation, gestion et communication des risques.

Les sondages d'opinion dans certaines régions ont indiqué que les utilisateurs de sites où l'eau avait été touchée par les algues depuis plus d'une génération, jugeaient la qualité de l'eau comme "normale". La distribution de ce rapport aux secteurs publics, municipaux, de santé et de l'environnement sera extrêmement utile pour dissiper ces perceptions erronées sur la qualité de l'eau.



Le festival de dock de Preston



La compétition local d'affiche d'école

Conclusions & Recommandations



Spanishalgae © BigStockPhoto.com

4.1 Evaluation du projet

Synthèse de l'AP7

Chaque sous-projet de l'AP7 a été conçu au départ pour étudier les options d'enlèvement des algues, des champignons ou des bactéries afin d'optimiser l'utilisation d'un site spécifique.

Les études de trois ans ont été marquées par les énormes progrès réalisés par les équipes de projet à chaque site d'étude, vers l'accomplissement de leurs objectifs individuels, de telle façon que chaque site dispose désormais ou est en cours de développement d'une stratégie de gestion pour améliorer la qualité de l'eau.

Royaume-Uni

L'étude du Royaume-Uni du dock de Preston visait à définir une stratégie de gestion pour les propriétaires du dock, la municipalité de Preston, qui permettrait le contrôle de la prolifération des algues à long terme.

A travers un processus à étape, d'études documentaires, d'échantillonnage et d'analyse, de modélisation du dock et d'évaluations des options, une stratégie de gestion combinant plusieurs techniques a été proposée en vue du contrôle des algues. L'étude a permis de comprendre en détail les raisons

de la dominance des algues dans le dock et a généré ainsi une confiance énorme dans la stratégie proposée et la recherche de fonds pour la mettre en œuvre.

France

L'étude française a examiné les processus qui permettent à certains dinoflagellés, en particulier *Alexandrium minutum* de devenir momentanément très localement dominant dans l'estuaire de la Penzé.

Une méthodologie d'étude a été élaborée ; elle a impliqué les études in-situ des conditions environnementales dans l'estuaire, les analyses in-vitro en laboratoire, les analyses de l'effet des nutriments sur la prolifération des algues et la dominance d'espèces individuelles et la modélisation mathématique & l'évaluation des options. Les travaux ont confirmé les conditions préférées dans l'estuaire pour *Alexandrium minutum* et ont permis de mieux comprendre le rôle de l'azote et du phosphore sur la croissance des dinoflagellés. Ceci a entraîné le développement de modèles plus précis qui engendrent une meilleure compréhension intégrale des dynamiques de la croissance d'*Alexandrium minutum*.

Ceci a ouvert la voie pour prévoir quand l'*Am* entrera en floraison et le développement d'options de gestion à long terme pour réduire la prolifération de floraisons d'*Am*.

Portugal

Les travaux au réservoir de Montargil ont culminé avec le développement et les essais d'un modèle utilisé pour évaluer les options de gestion du bassin afin d'améliorer la qualité de l'eau et contrôler la prolifération d'algues.

Plusieurs recommandations visant à contrôler la prolifération des algues ont été établies et une stratégie à long terme de réduction des charges de nutriments dans le réservoir est actuellement développée.

Tandis que les travaux sur la qualité du sable n'ont pas permis de produire un indicateur microbiologique acceptable, ils ont identifié des domaines méritant d'être davantage étudiés et suggèrent que des normes de qualité du sable puissent être établies et devraient être approfondies.

Tandis que les études de l'AP7 abordaient chacune des objectifs et priorités individuelles, elles ont examiné des problèmes associés à une variété de micro-organismes et ont couvert l'éventail des eaux

de baignade, de loisirs et conchylicoles. L'AP7 a permis aux partenaires de tirer parti des résultats d'un travail en collaboration.

Avant le projet ICREW, la coordination internationale des efforts de recherches individuels et nationaux sur la gestion et le contrôle des algues, des champignons et des bactéries, était largement inexistante.

Dès le début de l'AP7 des éléments communs dans les méthodologies d'étude des trois pays partenaires sont apparus. Il a été reconnu que plusieurs des résultats des études de l'AP7, bien qu'étant énormément utiles au niveau local, pourraient être utilisés pour influencer le travail du projet à une échelle plus vaste.

Les partenaires ont partagé les connaissances et l'expérience des résultats de base, tels que les techniques & équipements d'échantillonnage, les méthodes d'analyse en laboratoire, les composantes des modèles mathématiques et les conseils en matière de consultation publique.

Au fur et à mesure que le projet de l'AP7 a progressé, les éléments de collaboration des études individuelles ont engendré plusieurs nouvelles idées et approches et ont permis d'établir



des liens forts avec d'autres Actions Pilotes. Les résultats principaux de cet aspect très positif des travaux de l'AP7 peuvent être résumés ainsi :

Travaux transnationaux

L'un des objectifs stratégiques de la Zone Atlantique pour intégrer les politiques d'aménagement de l'espace, implique le développement de la coopération transnationale.

Par l'intermédiaire d'ICREW, les états membres ont pu partager et comprendre les similarités et différences géographiques et leur influence sur la qualité des eaux de baignade et de loisirs.

L'AP7 a permis aux pays partenaires de développer des options plus durables de réduction de la pollution des algues et de développer des recommandations et des outils qui assureront une plus grande compatibilité entre l'utilisation des sols, les activités de développement et l'amélioration de la qualité de l'eau.

Bien que le type et l'échelle de la pollution des algues puissent être affectés suivant les régions et le climat, les problèmes étaient communs parmi les partenaires et ont fourni une opportunité majeure de développer et de tester des solutions communes suivant des conditions différentes.

Le résultat clé du travail transnational de l'AP7 est le document cadre qui rassemble les études des trois pays pour produire un protocole qui souligne l'approche requise lors de projet d'investigation des raisons derrière une prolifération d'algues et qui explique comment produire et tester les solutions. Propagé par les systèmes d'aménagement des états membres, le document



'Algues & Eaux récréatives – Guide de planification' aura, nous l'espérons, une influence majeure sur la planification de l'utilisation des sols et sur le contrôle du développement.

Innovation

Plusieurs objectifs d'origine de l'AP7 et des partenaires nécessitaient le besoin de mieux comprendre les algues, les champignons et les bactéries, les dynamiques de leur croissance, les processus derrière leur prolifération et l'échelle de leur impact sur notre qualité de vie.

L'AP7 a testé différentes méthodes pour aborder ces questions aux sites d'étude sélectionnés. Avant le projet ICREW, il n'existait pas de solutions évidentes rentables et durables à ces problèmes. ICREW a par conséquent accompli une action innovante cherchant à générer des solutions possibles.

Par exemple, avant l'étude de l'AP7, l'association entre les activités agricoles, les sources ponctuelles et l'enrichissement en nutriments du réservoir de Montargil était un sujet ouvert,

tout comme la relation entre l'enrichissement en nutriments et la prolifération des algues. Les moyens innovants de travail, tel que l'interétalonnage en laboratoire et l'utilisation d'équipement d'échantillonnage automatisé innovants, ont permis de bien mieux comprendre ces rapports qui sont désormais essentiels pour la gestion des eaux de baignade et des algues du réservoir.

Les travaux d'étude portugais à Zambujeira Do Mar ont pris les premières mesures proposant des indicateurs microbiologiques pour la qualité des sables. Les normes de qualité du sable n'avaient auparavant pas été considérées, l'accent étant traditionnellement mis sur la qualité de l'eau des sites de baignade et de loisirs. Bien que des travaux supplémentaires dans ce domaine soient nécessaires, cette étude innovante a peut être ouvert la voie à la reconnaissance de la qualité du sable comme composant clé de surveillance de la qualité des eaux de baignade et pour protéger la santé du public et améliorer les possibilités de

baignade et de loisirs. Les liens transnationaux et les partenariats formés pendant le projet ICREW seront inestimables pour faire avancer ces recherches.

Transfert

Les travaux transnationaux de l'AP7 ont permis de rassembler les expertises et de générer des résultats qu'aucun partenaire n'aurait pu produire seul. Nombre de ces outils ont été développés afin d'avoir une applicabilité commune parmi les états membres et seront propagés suivant le besoin.

On peut citer en exemple de résultat transférable de l'AP7, une grande partie des travaux français sur *Alexandrium minutum* qui seront utilisés directement sur de nombreux sites en Europe affectés de manière semblable par ce dinoflagellé. Les études d'Ifrermer sur les dynamiques de la croissance d'*Alexandrium minutum* et sa capacité à concurrencer d'autres espèces ont représenté un pas en avant pour comprendre, contrôler et finalement prévoir la croissance de ses populations et de ses effets environnementaux.



La prédominance des espèces dans les états membres était déjà bien comprise mais par le biais d'ateliers et de conférences, des réseaux supplémentaires de communication ont été établis. Des sites comparables ont été identifiés, comme Cork Harbour dans l'Eire où cette connaissance approfondie pourra être davantage utilisée.

Un large éventail d'outils transférables a aussi été utilisé pour fournir des recommandations de santé liées aux algues, champignons et bactéries. Les études de santé, les modèles comportementaux et les brochures de recommandation qui ont été produits peuvent être adoptés sur d'autres sites de pays européens et utilisés comme plate-forme pour aider à la gestion et à l'amélioration des eaux de baignade et de loisirs.

Liens à d'autres Actions Pilotes

La nécessité d'approcher les questions de qualité de l'eau de manière plus holistique et en se basant sur un bassin versant rassemble les études qui auraient précédemment fonctionné seule, malgré qu'elles aient en fin de compte des objectifs communs.



Bien qu'ils ne soient pas du tout coïncidents, des liens forts ont été formés entre plusieurs des Actions Pilotes, dont le but commun était d'améliorer le tourisme et les loisirs par le biais d'une qualité améliorée de l'eau.

Nombre des Actions Pilotes se sont complétées en attaquant les problèmes de la qualité de l'eau dans un plan d'eau en étudiant un bassin versant en intégralité. L'AP7 a des liens forts avec l'AP2, l'AP4 et l'AP6 en particulier avec l'étude dur réservoir de Montargil.

Les travaux de l'AP7 de modélisation du réservoir et de l'évaluation des options de contrôle des algues ont été soutenus par l'AP2 qui a développé le modèle hydrodynamique du bassin versant du réservoir avec l'AP4. L'AP2 a aussi identifié les sources clé de nutriments pour le réservoir et a permis de formuler des options à long terme concernant le contrôle des algues. L'AP6 a fourni des solutions potentielles pour réduire la contribution de nutriments provenant des sources ponctuelles de pollution rurale, l'une des sources clé de nutriments, identifiée par l'AP2.

Des liens ont aussi été établis avec l'AP2 et l'AP4 à travers le développement d'outils d'informations du public, y compris des conseils sur les risques sanitaires et l'agriculture durable.

4.2 Résultats clés

La section précédente a examiné comment l'AP7 a rempli ses propres objectifs, a produit des résultats supplémentaires avec les travaux transnationaux et a lié le projet au reste de la structure ICREW.

Toutefois, l'objectif global d'ICREW était de "développer la contribution des eaux de loisirs à une prospérité économique durable et à une meilleure qualité de la vie dans la Zone Atlantique, en réduisant la pollution et en améliorant la qualité des eaux de loisirs sur les sites côtiers et intérieurs".

Cette section du rapport souligne comment AP7 a contribué et continuera de contribuer aux objectifs plus larges d'ICREW et en fin de compte à une meilleure qualité de vie pour tous.

Les améliorations sur le terrain, de meilleures connaissances, l'innovation, une plus grande prise de conscience, les économies financières, les techniques et outils génériques et transférables – sont tous les résultats de l'AP7 qui contribuera à mettre en vigueur et à se conformer à plusieurs directives européennes.

Directive sur les eaux de baignade

Les Actions Pilotes d'ICREW étaient conçues pour aider les états membres à mettre en vigueur la Directive sur les eaux de baignade et à s'y conformer. L'objectif de la directive a toujours été de protéger la santé humaine et d'améliorer les eaux de baignade pour nous tous.

La révision de la Directive sur les eaux de baignade suggère que la gestion des eaux de baignade n'est pas seulement une question

de gestion de la qualité, mais doit aussi impliquer la compréhension totale des processus permettant de déterminer la qualité de l'eau et sa variabilité. Il est important de voir plus loin que ce qui a lieu à une zone de baignade jusqu'à son arrière-pays environnant.

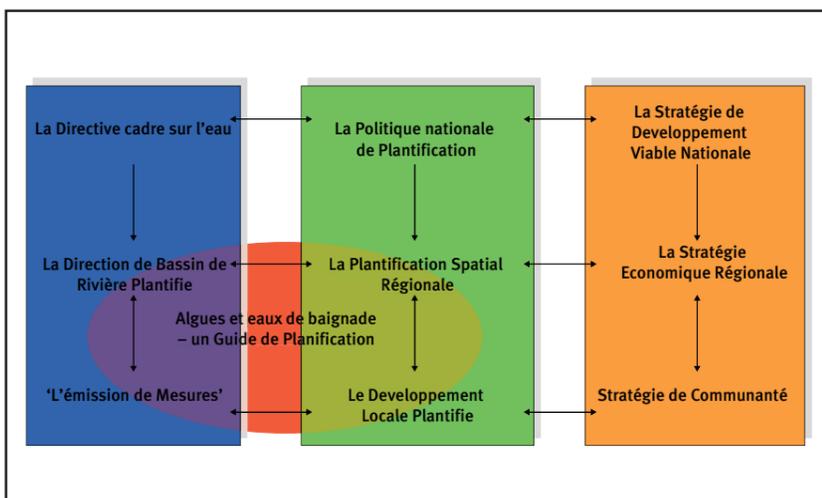
La classification des eaux de baignade classées ne contiendra pas les cyanobactéries & les macro-algues. Mais la directive révisée exige que lorsqu'un profil d'eau de baignade indique un potentiel de proliférations de cyanobactéries spécifiques ou de macro-algues, une 'surveillance appropriée' doit être réalisée afin d'assurer l'identification opportune des risques sanitaires'. Des 'mesures de gestion adéquates' doivent être prises pour empêcher l'exposition, y compris la prestation d'informations pour le public'.

Les révisions récentes seront plus exigeantes envers les responsables et propriétaires de plan d'eau qui devront davantage étudier les proliférations d'algues toxiques et leurs causes et devront mettre en vigueur des stratégies de gestion pour contrôler

l'exposition du public. Ceci entraînera des coûts supplémentaires et nécessitera des changements importants des mesures et politiques d'aménagement locales, afin de remplir ces obligations. Il est aussi probable que les organisations chargées de surveiller la conformité et de développer des stratégies de gestion des algues pour les sites touchés seront aussi plus sollicitées.

L'AP7 a aussi indiqué qu'afin de comprendre, contrôler et enfin prévoir la croissance de la population et les effets environnementaux des algues, il est nécessaire de caractériser leur distribution et la composition de leur environnement en rapport aux facteurs qui contrôlent leur croissance.

Les recommandations, techniques & outils génériques développés dans l'AP7 aideront à développer des 'mesures de gestion adéquates' pour empêcher et contrôler les problèmes d'algues. L'approche cadre de développement d'une stratégie de gestion des algues aidera les responsables des sols à gérer



leurs sites de manière proactive. Les avancées dans le domaine de la modélisation et de la compréhension des dynamiques de croissance des algues fournies par l'AP7 aideront à développer des modèles futurs qui pourront être utilisés pour prévoir les proliférations d'algues, permettre de définir les profils de plage et fournir des informations opportunes au public.

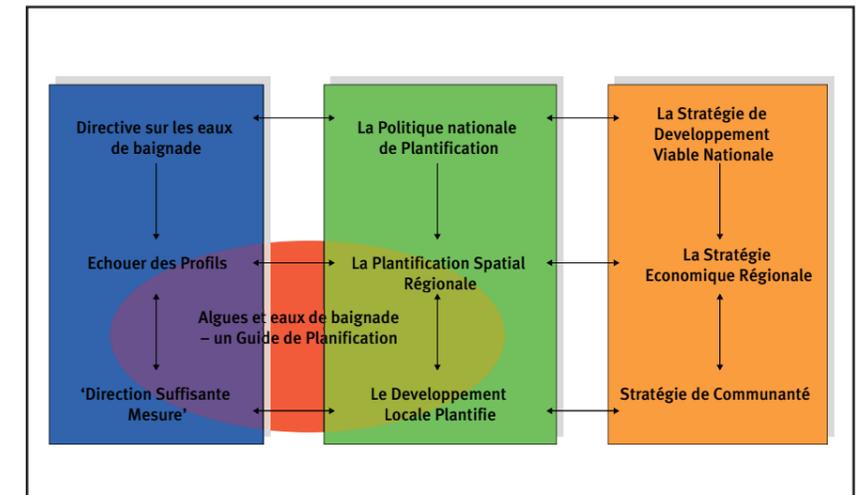
Directive-Cadre sur l'eau

La Directive-Cadre sur l'eau qui exige que toutes les eaux européennes atteignent la 'classification de bonne condition' à compter de 2015, mesurera et garantira nos eaux de manière intégrée et durable.

Les eaux qui subissent des proliférations d'algues n'atteindront probablement pas la 'bonne condition' et par conséquent tout 'programme de mesures' destiné à améliorer un bassin hydrographique affecté, devra identifier les raisons derrière les proliférations et les actions à prendre.

Toute tentative de contrôle des algues devra identifier les sources clé de nutriments à l'échelle d'un bassin versant et de nombreux plans de gestion d'un bassin hydrographique devront aborder des mesures à long terme pour contrôler l'eutrophication.

Les études de l'AP7 peuvent être considérées comme sites pilotes et elle indiqueront une approche que les planifications de gestion d'un bassin hydrographique devront utiliser pour contrôler les algues des bassins versants affectés, en se servant du cadre de gestion des algues, un outil potentiel pour développer les



éléments d'un 'Programme de mesures'.

Par ailleurs, la participation du public dans la planification de la gestion d'un bassin hydrographique devra être prise en compte dans le cadre de la Directive Cadre sur l'eau et le succès des outils de communications utilisés dans l'AP7 peuvent aider le processus de participation publique.

Directive sur les eaux conchylicoles & Directive sur l'hygiène des coquillages

La qualité de l'eau est essentielle à l'industrie de la pêche en particulier aux élevages de coquillages.

La Directive sur les eaux conchylicoles qui sera remplacée par la Directive Cadre sur les eaux, traite de la qualité des eaux conchylicoles requise pour assurer un environnement convenable à la croissance des coquillages. Les états membres doivent désigner des zones du littoral dont l'environnement des bivalves et des mollusques gastropodes doit être protégé ou amélioré. Les eaux doivent satisfaire aux normes physiques, chimiques et bactériennes dans les six années suivant la désignation. La

Directive sur l'hygiène des coquillages exige que les micro-algues soient surveillées dans les zones de production de coquillages.

Bien que certaines algues soient inoffensives, un grand pourcentage des nombreuses différentes espèces d'algues produit un groupe de toxines puissantes qui font partie de leur métabolisme normal et qui sont toxiques pour les humains, les animaux de pâturage et l'environnement aquatique. Bien que ces toxines soient enlevées de l'eau potable par les technologies modernes de traitement, les personnes peuvent être en danger en mangeant des coquillages infectés qui ont accumulé les toxines en se nourrissant par filtration.

Etant donné qu'il n'existe pas actuellement d'antidote contre le poison paralysant des coquillages et malgré les efforts pour développer la détoxification des coquillages pour protéger les consommateurs, la seule solution au problème à l'heure actuelle est de surveiller les niveaux de toxine dans les coquillages destinés à la consommation humaine et d'interdire leur cueillette ou vente,

tant que les toxines persistent au-dessus des niveaux de tolérance. Ceci peut avoir un énorme impact sur les moyens d'existence des éleveurs de coquillage et sur l'image d'une région.

L'étude française de l'AP7 a examiné les facteurs qui affectent la croissance d'*Alexandrium minutum*, un dinoflagellé qui a des impacts importants sur l'industrie conchylicole bretonne. Les résultats individuels de l'étude française et les outils génériques produits dans l'AP7 contribueront au développement d'options pour améliorer la qualité des eaux conchylicoles dans les états membres, réduire le nombre de jours où la cueillette et la vente sont interdites et aider la conformité aux directives pertinentes.

Développement durable

La régénération des zones en bord d'eau est une activité importante ! Les villes connaissent une phase de renaissance concentrée sur les canaux, rivières et côtes.

Les décideurs souhaitent maximiser les profits provenant des projets liés aux voies navigables, quel que soit leur objectif premier et à promouvoir la valeur ajoutée des développements de voies navigables pour les loisirs, la



Venice

régénération urbaine, la gestion des risques d'inondation et l'amélioration de l'habitat. Il est de plus en plus reconnu que les avantages environnementaux clé peuvent fournir des emplois et des opportunités commerciales. Par conséquent, les planificateurs et les promoteurs cherchent désormais à exploiter l'avantage de l'eau, plutôt que de tourner le dos aux zones en bord d'eau polluées et dégradées.

La gestion intégrée des ressources en eau est une question majeure pour la Zone Atlantique qui reconnaît l'importance d'avoir une bonne qualité d'eau en quantité suffisante afin de soutenir les activités de développement et d'entraîner un meilleur environnement, santé humaine et qualité de vie.

Historiquement, la qualité de l'eau a été traitée en tant que

question technique et les liens avec l'aménagement de l'espace n'avaient pas été faits. La politique de protection de l'eau et la gestion des ressources en eau sont devenues une nécessité mais elles doivent être liées à la politique d'aménagement de l'espace.

ICREW reconnaît que l'aménagement de l'espace peut avoir un impact significatif sur la qualité d'une eau de baignade par le biais de son effet sur l'arrière-pays environnant et a travaillé avec les organismes d'aménagement, les organisations non-gouvernementales et le public afin de développer les liens entre la pollution réduite, la qualité des eaux récréatives et l'aménagement de l'espace dans la Zone Atlantique.

Les contrôles législatifs plus pénibles et l'impact grandissant des algues sur l'économie et l'image des régions touchées, ont entraîné la reconnaissance du besoin urgent de gérer les algues dans l'aménagement de l'espace, y compris l'environnement construit.

La compatibilité de l'utilisation des sols et de sa contribution à la qualité de l'eau est une préoccupation grandissante et une priorité à résoudre. La

planification correspondante de l'espace et de l'utilisation des sols peut entraîner une contribution décisive vers les améliorations de la qualité de l'eau nécessaires au contrôle des algues.

L'AP7 a développé des options durables pour le contrôle des algues qui résulteront en une utilisation optimale des opportunités récréatives. La recommandation nationale et européenne 'Algues & Eaux récréatives – un Guide de planification' est destiné en particulier aux planificateurs et promoteurs et elle souligne les questions liées aux algues qui devraient être prises en compte lors de la planification de développement proche d'eaux récréatives.

La recommandation aidera les parties prenantes à analyser les problèmes liés aux algues et proposera des moyens d'assurer qu'ils sont résolus. Ceci facilitera les activités de développement et de régénération. Sa distribution étendue et opportune contribuera au contrôle des politiques d'aménagement et de développement.

Les informations pédagogiques distribuées au public, aux groupes participant à des loisirs liés à l'eau, aux responsables des ressources en eau et aux groupes professionnels ont aussi aidé à améliorer les liens entre les responsables de la gestion de la qualité des eaux de baignade et les personnes impliquées dans l'aménagement de l'espace et le contrôle du développement. La prise de conscience croissante des problèmes environnementaux et sanitaires liés aux algues parmi ces groupes permettra d'intégrer les plans et processus de



Glen Coe, L'Ecosse

développement pour améliorer la qualité de l'eau tout en équilibrant les préoccupations environnementales, économiques et sociales.

Meilleure expérience du public - tourisme, loisirs et l'environnement

Le tourisme dans les communautés littorales dépend de la perception et de la réalité d'un environnement de haute qualité et en particulier de la qualité de ses eaux de baignade et de loisirs.

Les experts expliquent que la prolifération nocive d'algues peut avoir un énorme impact négatif sur les activités de loisirs, le tourisme et l'image locale. Bien que plusieurs incidents majeurs internationaux aient mis en évidence les implications plus larges des incidents liés aux algues*, il n'y a pas assez de données reflétant toute l'échelle de leur impact. Toutefois, toutes les parties prenantes sont unanimes sur le fait que les algues nocives peuvent avoir un impact majeur sur les moyens d'existence de nombreux groupes de travailleurs associés aux eaux côtières et intérieures et les

communautés auxquelles ils sont associés.

Suite à l'AP7 et aux mises en vigueur et propagation de ses recommandations et résultats, le public devrait assister à une meilleure qualité de l'environnement et des eaux de baignade et de loisirs.

Les solutions durables visant à contrôler les algues offriront en fin de compte de meilleures possibilités de loisirs aux docks de Preston ; des eaux de baignade et de loisirs améliorées au réservoir de Montargil & à la plage de Zambujeira do Mar ; et une meilleure qualité des lits de coquillages dans l'estuaire de la Penzé.

Une meilleure compréhension de la gestion des algues et de la qualité du sable et une communication améliorée de ces connaissances entraîneront finalement une plus grande prise de conscience des questions sanitaires, environnementales et socio-économiques qui culmineront en une meilleure qualité de l'eau et du sable, des risques sanitaires amoindris, une augmentation du tourisme et une économie plus forte.



© Lisa Turray - Scenic city waterside - image from BigStockPhoto.com

4.3 Pistes pour l'avenir

La gestion et le contrôle des algues est un domaine d'étude relativement nouveau et commence à peine à recevoir une attention globale. Jusqu'à présent, la coordination internationale des efforts de recherche individuels et nationaux a été largement inexistante et peu de recommandation pratique était à la disposition des décideurs et planificateurs.

A long terme, la prolifération des algues peut uniquement être contrôlée en réduisant le niveau d'eutrophication dans nos plans d'eau. Ceci a été reconnu par la législation récente, y compris la *Directive Cadre sur l'eau* et la *Directive révisée sur les eaux de baignade*.

Bien que la gestion des algues nocives et nuisibles soit un défi à long terme, ICREW et l'AP7 ont identifié un grand nombre de solutions à court et moyen terme et ont aidé à aborder certains des problèmes fondamentaux empêchant les états membres à réaliser le potentiel total de leurs eaux côtières et de loisirs.

L'AP7 a ouvert la voie pour trouver des solutions durables de gestion et de contrôle des algues sur les sites étudiés. Le projet incite désormais les planificateurs de l'espace, promoteurs et responsables, à suivre les recommandations que ces études ont engendrées. Une recommandation ciblée a été produite ; celle-ci est essentielle à la gestion efficace des algues et à la protection simultanée des personnes, animaux et de l'environnement.

Le protocole cadre qui a formé la base des méthodologies d'étude

de l'AP7 est un outil qui peut être utilisé comme guide pour les études de gestion et de contrôle des algues et sera, nous l'espérons, adopté par les organisations impliquées dans la mise en vigueur de la Directive sur les eaux de baignade et de la Directive Cadre sur l'eau.

Les proliférations d'algues sont intrinsèquement complexes et leur évaluation et contrôle ne seront jamais simples. Les étapes du cadre ont été conçues pour examiner les facteurs clés de la gestion des algues. Avec chaque nouvel effort de recherche, notre compréhension de ces facteurs clés sera améliorée et affinée, de nouvelles techniques de surveillance et de contrôle émergeront et des nouveaux domaines de développement seront identifiés.

De nombreux projets de recherche progressent vers l'objectif final de prévision permettant de déterminer si et quand un plan d'eau subira une prolifération



Sandymaya © BigStockPhoto.com

d'algues mais beaucoup de travail est encore nécessaire pour surmonter les obstacles restants.

Le contrôle sur le terrain coordonné est un aspect central du développement des stratégies de gestion et doit être adapté pour satisfaire aux exigences des modèles qui seront développés pour tester les influences clés sur la croissance des algues.

Les mesures détaillées et à long terme de la variabilité biologique, chimique et physique d'un écosystème sont extrêmement importantes pour que les données puissent appuyer les décisions permettant de protéger et de gérer les eaux de loisirs.

De nouveaux instruments automatisés et systèmes de détection pour caractériser la variabilité dans les plans d'eau sont rapidement développés. Les systèmes avancés de surveillance peuvent dorénavant être équipés de détecteurs afin de surveiller continuellement les paramètres



Barsik © BigStockPhoto.com

telles que la température et la salinité d'une colonne d'eau, les dynamiques et les conditions météorologiques. D'autres instrumentations en développement progressent énormément en vue de caractériser automatiquement le phytoplancton.

En fin de compte, les programmes de surveillance seuls ne seront pas suffisants pour prévoir les proliférations d'algues. La prévision précise nécessitera le développement et l'évaluation de modèles prévisionnels qui utilisent des observations pratiquement en temps réel et devra par conséquent utiliser des équipements automatisés à détection à distance capables de prendre des mesures in-situ.

Bien que les travaux de l'AP7 sur les indicateurs microbiologiques potentiels de la qualité de l'eau, n'aient pas réussi à identifier un micro-organisme applicable, des

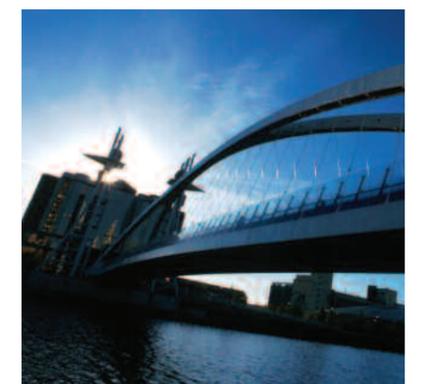
études supplémentaires devraient être réalisées pour explorer les corrélations potentielles. Les résultats de l'étude ICREW et de recherches précédentes suggèrent que des normes de qualité du sable peuvent être élaborées et qu'il faut continuer les travaux sur la santé humaine en rapport aux aspects du sable.

Il faut souligner que les projets de recherche qui n'accomplissent pas les objectifs d'origine, génèrent toujours des leçons qui peuvent être utilisées pour améliorer et avertir les recherches ultérieures. Par ailleurs, le manque de certitude scientifique totale ne devrait pas être utilisé dans le but de retarder des mesures rentables pour empêcher la dégradation de l'environnement et améliorer la qualité de l'eau.

ICREW et l'AP7 font partie d'une longue lignée de projets de recherche visant à améliorer la qualité de l'eau, de

l'environnement dans lequel nous vivons et de notre qualité de vie.

Malgré les investissements considérables de tous les états membres pour réduire la pollution, la qualité de l'eau demeure un problème. Le problème de la prolifération nocive d'algues augmente depuis plusieurs années. On discute depuis longtemps du besoin d'étudier la qualité de l'eau. L'AP7 a réalisé des progrès permettant d'aborder ces deux questions.



Section 5

References



Algues & Eaux récréatives –
Recommandation. 2006 S
Townhill (AP7 ICREW) R Bailey.

Algues & Eaux récréatives –
Répertoire. 2006 S Townhill (AP7
ICREW) R Bailey.

Rapport portugais de l'AP7. 2006
P.Galvao, I.Andrade et al (AP7
ICREW).

Rapport français de l'AP7. 2006 E
Erard, A Chapelle et al (AP7
ICREW)

Rapport britannique de l'AP7.
2006 S Townhill et al (AP7 ICREW).

Evaluation des facteurs touchant
la croissance des algues bleu vert
dans le dock de Preston : Etude
documentaire. Avril 2004 WS
Atkins.

Evaluation des facteurs touchant
la croissance des algues bleu vert
dans le dock de Preston : Analyse
des données. Mars 2005 WS

Atkins.

Evaluation des facteurs touchant
la croissance des algues bleu vert
dans le dock de Preston :
Construction et simulations de
modèle conceptuel de la qualité
de l'eau. Novembre 2005 WS
Atkins

Evaluation des facteurs touchant
la croissance des algues bleu vert
dans le dock de Preston :
Evaluation des options de gestion
du dock. Février 2006 WS Atkins.

Algues ou eaux d'égout ?
Comment faire la différence. 1998
– Environment Agency.

Déclaration de politique
d'aménagement 23 : Contrôle de
l'aménagement et de la pollution.
2004 – Cabinet du vice premier
ministre. ISBN 0 11 753927 9.

Mieux travailler dans le cadre de la
planification urbaine et Country.

2003 – Environment Agency et
Association de gouvernement
local.

Algues bleu vert (cyanobactéries)
dans les eaux intérieures :
Evaluation et contrôle des risques
à la santé publique. 2002 –
Ministère de la santé écossais.

Politique : Gestion des incidents
liés aux algues marines et d'eau
douce pour la protection de la
santé des personnes et des
animaux. 2005 Environment
Agency.

Cyanobactéries toxiques dans
l'eau : Guide de leurs
conséquences sur la santé
publique, surveillance et gestion.
1999 – Organisation Mondiale de
la Santé.

Tous les rapports ICREW sont
disponibles sur www.icrew.info



Section 6

Glossaire

Algues - organismes photosynthétiques qui apparaissent sous de nombreuses formes, des algues microscopiques bleu vert aux grandes algues vertes, marrons et rouges.

Demande biochimique en oxygène (DBO) - est la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour utiliser les substances qu'elle contient. La DBO est utilisée comme indicateur de la qualité de l'eau.

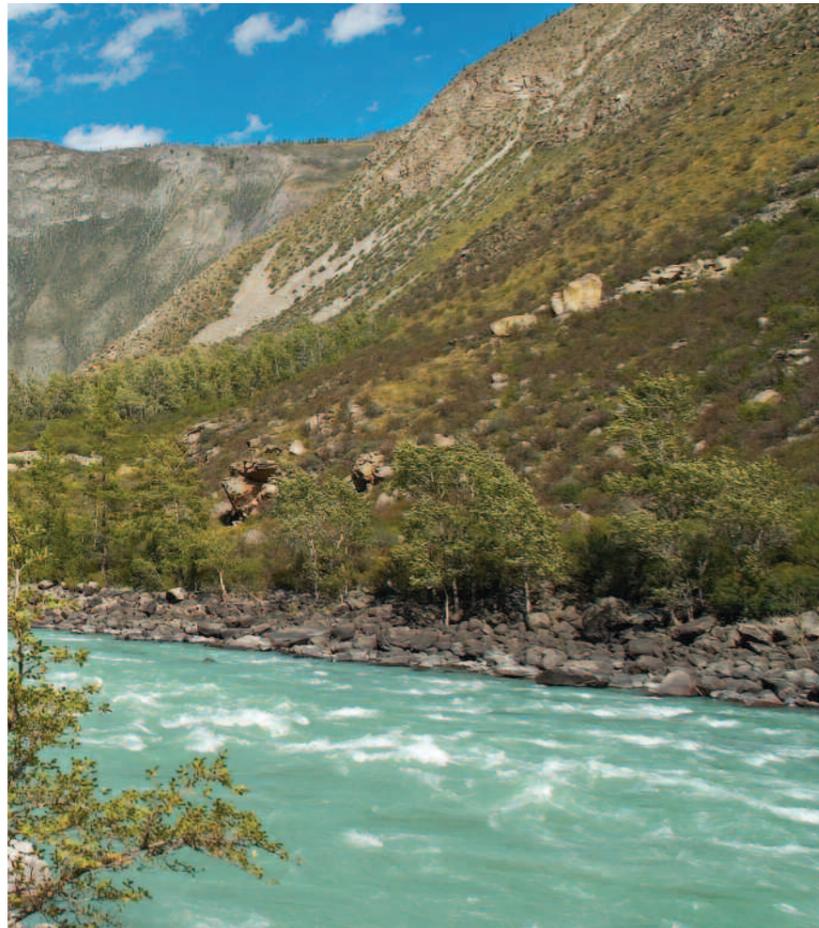
Cyanobactéries - ces organismes primitifs, microscopiques sont apparentés aux bactéries et forment des colonies de filaments dans les eaux à progression lente et immobiles. Certaines espèces produisent des toxines puissantes qui peuvent être dangereuses pour les humains ou les animaux si elles sont avalées ou touchées.

Dinoflagellés - un groupe de plancton aquatique, motile, à cellule unique avec un cycle de vie complexe. Ils ont des extensions appelées flagelles qui sont utilisées pour faire avancer l'organisme. Il y a des espèces toxiques et non toxiques.

Indicateur biologique fécal - indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau tel que *E.Coli*, *coliformes* et *entérocoques intestinaux*.

Microcystines - l'une des toxines d'algues les plus communément rencontrées, produite par de nombreuses espèces. Les microcystines sont des hépatotoxines puissantes qui peuvent causer des nécroses graves et des hémorragies dans le foie.

Toxines paralysantes (Paralytic Shellfish Toxins - PST) - les *dinoflagellés* toxiques sont souvent classés suivant les effets des toxines qu'elles produisent. Elles peuvent causer trois types principaux d'empoisonnement. L'empoisonnement paralysant d'un coquillage par PST entraîne un trouble nerveux rapide et peut être fatal.



Crossi © BigStockPhoto.com

contacts

UK

Environment Agency
Richard Fairclough House
Knutsford Road
Warrington
WA4 1HG
T +44 8708 506 506
F +44 1925 234 762
W www.environment-agency.gov.uk

France

Conseil regional de Bretagne
283 Avenue du General PATTON
RENNES
35830
T +33 299271219
F +33299271400
W www.icrew.info

Spain

Instituto tecnologico de Canarias SA (ITC)
Playa de Pozo Izquierdo s/n
POZO IZQUIERDO
E-35119 - Santa Lucía
Gran Canaria
T +34 928 727522
F +34 928 727517
W www.icrew.info

Portugal

Instituto Superior Técnico
Secção de Ambiente e Energia
Av. Rovisco Pais 1049-001
Lisboa
T +351 21 841 9433
F +351 21 841 9423
W www.icrew.info

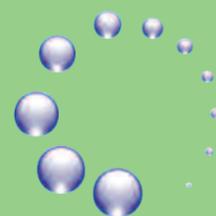
Ireland

University College Dublin
Dept of Biochemistry
University College Dublin
Belfield
Dublin 4
T +353 1 716 1539
F +353 1283 7211
W www.icrew.info

Pour de plus amples informations sur le
projet ICREW, veuillez visiter notre
site Internet à :
www.icrew.info



Supported by the European Union
Project co-financed by the ERDF



icrew