

**Du bassin versant au territoire maritime :
la ressource hydrique objet d'une recherche intégrée et finalisée.
L'exemple du bassin versant de la Charente et de la "Mer des Pertuis".**

F.Delmas-M.Héral-R.Laplana-L.Loubersac-J.Prou

Résumé

Parmi les régions Ouest Européennes, la région Poitou Charentes se caractérise dans sa dimension économique par la présence d'activités où les cultures marines, l'agriculture et le tourisme occupent une place prédominante. Cette identité, partagée par d'autres régions, notamment atlantiques, s'appuie sur l'exploitation de la ressource hydrique et implique de plus en plus des critères de haute qualité tant vis à vis des produits finis agricoles, conchylicoles, touristiques que vis à vis de l'environnement, des paysages et des eaux. Sur cet ensemble de points la Région est dotée d'atouts indiscutables. Cependant les contraintes liées à la disponibilité de la ressource hydrique continentale comme marine et à son maintien à un bon niveau de qualité, font émerger des situations de conflit entre les différents usages. Dans ce contexte et pour asseoir un développement économique durable, les autorités, aux différentes échelles et lieux d'exercices, ont recherché la mise en place d'une capacité d'expertise (connaissances, méthodes et outils) permettant l'argumentation des orientations de développement, des procédures de régulation et des choix d'aménagement.

Sur les questions posées par la conchyliculture et l'agriculture, mais aussi dans le champ des interfaces entre ces deux activités économiques, le pouvoir politique local a depuis 1989, initié et accompagné un programme de recherche (programme Charente-Marennes Oléron) orienté dans une première phase sur l'acquisition des fondamentaux des connaissances par discipline et thème (Synthèse des connaissances « Symposium Continent - Zones Côtières de La Rochelle Septembre 1994 »). Un deuxième programme en cours vise, dans une démarche intégratrice à vocation finalisée, à la caractérisation des fonctions de relation entre amont et aval (bases d'information spatialisées, couplage modèle modèle, couplage modèle SIG). Les actions actuelles des deux établissements s'organisent autour d'un projet de transfert, d'un système-outil, répondant aux préoccupations d'aménagement intégré des zones côtières et des territoires d'influence. Ce projet de transfert (INTERFACE) vise, en prenant le Bassin versant du fleuve Charente à l'amont et la Mer des Pertuis à l'aval, à proposer des règles de gestion optimisée des eaux, des milieux et des ressources qui en dépendent. Le programme, qui s'adresse aux gestionnaires ou aménageurs du territoire comme aux professionnels et scientifiques, prévoit d'intégrer les produits réalisés (bases d'information, indicateurs, règles de gestion, instruments de simulation) dans le prototype d'un Système d'Information Territorial. Un tel outil à Référence Spatiale a pour objectif d'optimiser le partage et la circulation des données en réseau, de renforcer le niveau de qualification des acteurs du développement et de faciliter l'aide à la prise de décision concertée. La démarche mise en oeuvre s'articule autour de six tâches principales (inventaire et typologie de l'information, cartographie thématique, modes d'agrégation, méthodes de couplage entre systèmes d'information et modèles, élaboration de bases d'information numérique et d'outils de communication et de traitement, intégration). Plusieurs exemples illustrant les développements en cours et leurs possibilités actuelles seront offerts.

1 Introduction

Parmi les régions Ouest Européennes, la région Poitou Charentes se caractérise dans sa dimension économique par la présence d'activités où les cultures marines, l'agriculture et le tourisme occupent une place prédominante. L'hydrosystème, complexe, est constitué du bassin versant de la Charente et de ses affluents (superficie de 10.000 km²) et de la baie associée de Marennes-Oléron (superficie de 150 km²). Cette baie, sous influence des apports dissous et particuliers de la Charente (90% de ses apports d'eau douce), constitue le plus vaste site de production ostréicole d'Europe (30 000 à 40 000 tonnes par an d'huître *Crassostrea gigas*). Cet espace constitue un enjeu économique de poids et sa pérennité tant économique qu'écologique dépend étroitement des activités amont, des aménagements et des règles de régulation.

La zone Charentes-Marennes-Oléron (cf carte annexe 1), comme d'autres régions, notamment atlantiques, s'appuie fortement sur l'exploitation de la ressource hydrique et implique de plus en plus des critères de haute qualité tant vis à vis des produits finis agricoles, conchyliques, touristiques que vis à vis de l'environnement, des paysages et des eaux. Sur cet ensemble de points cette région est dotée d'atouts indiscutables. Cependant les contraintes liées à la disponibilité de la ressource hydrique continentale comme marine et à son maintien à un bon niveau de qualité, font émerger des situations de conflit entre les différents usages. Dans ce contexte et pour asseoir un développement économique durable, les autorités, aux différentes échelles et lieux d'exercices, ont recherché la mise en place d'une capacité d'expertise (connaissances, méthodes et outils) permettant l'argumentation des orientations de développement, des procédures de régulation et des choix d'aménagement.

Aussi, sur les questions posées par la conchyliculture et l'agriculture, mais aussi dans le champ des interfaces entre ces deux activités économiques, le pouvoir politique local a depuis 1989, initié et accompagné un programme de recherche (programme Charente-Marennes Oléron) orienté dans une première phase sur l'acquisition des fondamentaux des connaissances par discipline et thème. Parmi les nombreux partenaires financiers peuvent être cités, le Conseil Régional Poitou-Charentes, Conseil Général de Charente, Institution Interdépartementale pour l'Aménagement du fleuve Charente, District du Grand Angoulême, Agence de l'Eau Adour-Garonne, C.E.E. Par ailleurs d'autres partenaires ont participé ponctuellement ou plus largement à une ou plusieurs actions thématiques: Chambre d'Agriculture de la Charente, Syndicat des irriguants de Nord-Charente, S.A.U.R. , D.D.A.S.S. Charente, DIREN Poitou-Charentes, A.G.P.M.

Dans ses grandes lignes, le programme scientifique 1989-1994 visait les objectifs suivants:

- connaissance des activités de production (localisation, systèmes, pratiques, données technico-économiques)
- connaissance des processus de transfert d'eau et de substances dissoutes ou en suspension de l'amont vers l'aval (dynamique de la ressource en eau, dynamique des nutriments et polluants)
- connaissance du fonctionnement des systèmes biologiques (caractérisation des habitats et des peuplements de macrophytes, capacités de mobilisation de nutriments et d'assimilation de l'hydrosystème, modèle trophique de production conchylicole)
- connaissance des modes de gestion de l'eau d'irrigation (irrigation et modification des systèmes et des comportements, conséquence de différentes modalités de tarification sur l'utilisation de la ressource, étude des pratiques)

- connaissance de l'économie des exploitations conchyliques (influence de la dégradation de la capacité trophique, modalités d'adaptation des exploitations)

Sur le plan méthodologique des avancées significatives étaient attendues sur:

- les emboîtements et les articulations des échelles de travail
- les techniques d'observation et d'agrégation des données pour proposer des découpages spatiaux thématiquement homogènes
- les techniques de couplage modèle modèle

Le bilan positif du colloque Charente en terme d'avancées dans la connaissance et la concomitance d'un contexte riche en changements dans les politiques (nouvelle PAC, loi sur l'eau...), dans les réglementations (SDAGE, Directives zones vulnérables...), les modes de gestion (approche intégrée...), les technologies de l'information (Réseau, Systèmes d'Information...), ont conduit les chercheurs à imaginer un nouveau cadre de transfert de leur savoir en proposant un niveau d'intégration scientifique plus pertinent pour l'aide à la décision basé sur le concept des Systèmes d'Information à Références Spatiales. L'idée directrice étant que dans le cas des espaces littoraux, l'approche intégrée se heurtant quasi systématiquement à une barrière entre continent et littoral marin liée à l'organisation administrative et à la structuration de la recherche par disciplines, il était possible, disposant d'outils par nature intégrateurs de lever les contraintes existantes.

Face à ces enjeux, il est apparu, dès 1993, qu'un programme visant à faciliter la résolution des problèmes en élaborant et en mettant à la disposition d'utilisateurs un système d'information utile à la gestion dynamique de l'espace littoral, des territoires qui le composent et de ceux qui l'influencent, pouvait prendre sa pleine justification. Ainsi, le projet de collaboration décrit en seconde partie de la présente communication, s'inscrit dans une démarche logique de transfert des connaissances dans la compréhension du fonctionnement des systèmes bassins versants littoraux-zones côtières associées et de leurs usages. Il se donne pour ambition de concevoir un outil d'aide à la gestion de ces eaux et territoires.

Ce document décrit dans une première partie le contenu et les résultats du programme scientifique Charente/Marennes-Oléron et des travaux associés, pour se poursuivre par une présentation des objectifs, du contenu et des premiers produits du projet de transfert INTERFACE.

2 Programme scientifique Charente/Marennes-Oléron

2.1 Transfert d'eau et de substances dissoutes ou en suspension

Les actions conduites dans ce domaine avaient pour triple objectif

- d'identifier et de caractériser les différents usages présents sur le territoire, en relation avec la ressource hydrique et d'en proposer une image spatialisée
- de mieux connaître la dynamique de la ressource en eau (production de bilans à différentes échelles de bassins versants) en intégrant les particularités climatiques, hydrogéologiques, sédimentologiques, influençant le fonctionnement de cet espace

- d'améliorer la compréhension de la dynamique des nutriments et polluants liés aux activités anthropiques (rejets ponctuels de l'industrie et d'effluents domestiques, rejets diffus de nutriments et de pesticides d'origine essentiellement agricole).

Sur le premier axe, différentes études se sont mises en place pour établir dans un premier temps des typologies des activités basées sur l'analyse des systèmes, les pratiques et itinéraires techniques en travaillant des données issues d'enquêtes, de panels ou de sources statistiques. Dans une seconde phase, les résultats de ces travaux ont servi de base pour l'identification des zones pilotes représentatives, lieux d'expérimentation à petite échelle les plus pertinents.

Ainsi, le suivi hydrologique nécessaire à l'étude des débits, concentrations en N, P, MES, pesticides et à leur modélisation, a été réalisé sur un bassin versant de 5,5 Km² à substrat calcaire peu perméable, mais poreux. Parallèlement, des données agronomiques concernant l'occupation du sol et les pratiques agricoles à la parcelle ont été collectées. En complément, un dispositif a été mis en place, à l'échelle du bassin de la Charente, d'observation et de mesure (7 stations sur la Charente et 2 stations sur le Né) pour la réalisation d'études de bilans sur des bassins versants emboîtés, afin de maîtriser les contraintes du changement d'échelle dans l'élaboration des flux. Un tel dispositif est indispensable, par ailleurs, pour la réalisation d'études concernant le rôle du compartiment végétal dans les phénomènes de mobilisation de nutriments et d'assimilation par l'hydrosystème d'une charge eutrophisante.

A partir de ces données, il est aujourd'hui possible d'estimer des flux d'azote et de produire des bilans d'exportation à différents endroits du grand bassin de la Charente. En toute rigueur, ces résultats restent sous la dépendance des limites posées par la précision des stations de jaugeage mais aussi des conditions hydrauliques de l'aval du bassin, sous l'influence des marées, qui empêchent toute mesure directe fiable. Avec la base de données de quantité et qualité des eaux, la recherche s'est trouvée en mesure de caler et de valider un modèle numérique de type pluie/débits - nitrates (cf. annexe 2). Le produit élaboré est constitué d'un modèle conceptuel de lessivage étroitement lié à un modèle pluie-débit. Le couplage entre les deux outils s'effectue au niveau des cinétiques chimiques par l'intermédiaire de l'humidité du sol assimilée au niveau d'un réservoir. L'intégration de la dimension spatiale par le modèle est effectuée par une architecture semi-distribuée rendant compte, par exemple du rôle joué par le karst de la Rochefoucault. Concernant le remaniement des nitrates, le modèle tient compte d'une valeur moyenne de dénitrification à l'interface eau-sédiment calculée sur la Charente. Dans ce domaine, les études en cours devraient permettre d'affiner la représentation en intégrant la description de diverses fonctions ou activités du compartiment végétal de l'hydrosystème incluant les bactéries. La simulation du modèle sur le grand bassin versant est globalement satisfaisante pour ce qui concerne l'évaluation des flux et leur modulation à l'intérieur du bassin. Une partie des écarts avec les observations, en particulier en période d'étiage, peut être imputée à des phénomènes non encore pris en compte (mobilisation d'azote par le compartiment végétal, influence sur la ressource des prélèvements agricoles pour l'irrigation...).

Pour ce qui concerne le phosphore et les produits phytosanitaires, les travaux de modélisation n'ont pas progressé. Dans ce domaine, les études ont été orientées vers deux objectifs:

- proposer, à partir des connaissances théoriques des zones de vulnérabilité (croisements « données statistiques - données du milieu »)

- quantifier l'évolution des flux de produits phytosanitaires dans les eaux en relation avec les pratiques agricoles, la pluviométrie et l'hydrologie.

2.2 Systèmes biologiques

Les axes de travail identifiés dans ce domaine concernaient:

- l'évaluation des rôles du compartiment végétal sur la mobilisation d'éléments nutritifs et sur les capacités d'assimilation de l'hydrosystème d'eau douce.
- les relations réciproques macrophytes-écoulements.
- la recherche de descripteurs synthétiques des relations entre régime hydrologique, caractéristiques morphologiques du lit et vie aquatique dans la Charente.
- la quantification de l'incidence du compartiment végétal et du sédiment à différentes échelles du bassin versant et sur les bilans du bassin versant de la Charente donc, par contrecoup, sur les capacités trophiques pour la conchyliculture de la baie associée de Marennes-Oléron.
- l'intégration des données biologiques de fonctionnement de l'hydrosystème fluvial dans le modèle Pluie/débits - nitrates.

Sur le premier axe, les études ont été orientées sur la mise au point de descripteurs synthétiques permettant de caractériser un peuplement végétal de macrophytes aquatiques et les paramètres de milieu pertinents pour décrire son habitat et ses conditions de vie. Après une approche initiale des peuplements de l'ensemble du cours d'eau, focalisée plus particulièrement sur la diversité végétale, la distribution spatiale et l'abondance relative des espèces, une approche méthodologique a été conduite afin de préciser les méthodes d'investigation utilisables dans le contexte particulier de ce fleuve (succession de biefs plus ou moins profonds, profondeurs importantes d'implantation de macrophytes en particulier). La méthode de prélèvement retenue est celle des «points-contact». Suite à ces travaux, le rôle des contraintes est caractérisé:

- la profondeur et la turbidité, influant directement sur l'éclairement reçu,
- les conditions de courantologie locale et tout particulièrement, l'intensité des écoulements de Janvier à Juin, tout à fait déterminante pour expliquer le degré de développement relatif des herbiers sur un même site l'été en fonction des années (variation de production annuelle d'un facteur de 1 à 10, en faveur des années à faibles débits printaniers).
- la qualité des eaux, et notamment la charge en nutriments, influence peu la répartition des macrophytes. A titre d'exemple et malgré la forte charge eutrophisante apportée par cette agglomération, la fréquence et la biomasse végétale relevées à l'amont et à l'aval d'Angoulême présentent des ordres de grandeur très comparables.

Les recherches portant sur la capacité de mobilisation de nutriments et d'assimilation de l'hydrosystème se donnaient pour double objectif:

- de préciser l'intensité des phénomènes biologiques et biochimiques intervenant en abattement des taux de nutriments et de la charge eutrophisante, afin d'établir des bilans fiables de fonctionnement de l'hydrosystème
- d'apporter les éléments nécessaires à la compréhension du rôle du compartiment végétal permettant d'améliorer la modélisation des flux et des bilans.

Un premier axe concerne la caractérisation des capacités de mobilisation de nutriments par la biomasse végétale. Les résultats montrent qu'à raison d'une biomasse moyenne estimée à 150 kg /ha, en 1993 les stocks mobilisés en azote et en phosphore représentent 0,03% et 0,26%

des flux totaux passés sur le site. Même si certaines années à faibles débits printaniers, il convient de multiplier ces ordres de grandeur par un facteur de 10, ces valeurs confirment l'impact relativement négligeable des effets directs de la biomasse végétale au niveau du bilan global du fleuve.

Une deuxième piste de travail concernait l'étude de réactions de nature biochimique réalisées très majoritairement par des bactéries en interaction avec les autres compartiments de l'hydrosystème : la nitrification et la dénitrification. Une valeur moyenne de dénitrification a pu être proposée et intégrée au modèle nitrates. Les études sur la quantification de la nitrification butant sur certaines difficultés méthodologiques sont encore en cours.

2.3 Modèle trophique de production conchylicole

Les recherches menées par Ifremer pour mieux appréhender les caractéristiques trophiques de la baie de Marennes - Oléron, visaient à mettre en liaison différentes connaissances sur les processus physiques, chimiques, biochimiques et biologiques intervenant en milieu côtier et marin (courantologie, sédimentologie, modélisation houle-clapot, production phytobenthique et phytoplanctonique).

Les apports d'eau douce et de nutriments sont une des composantes forte à intégrer. D'autre part, des travaux sont menés pour estimer le rôle des estrans dans la productivité biologique du bassin, ainsi que pour évaluer l'impact représenté par le stockage et la libération des nutriments par les vases du marais charentais et les vasières littorales sur la croissance des huîtres cultivées. Ces recherches devront à terme déboucher sur un modèle trophique permettant par exemple de repérer les zones propices à l'élevage ou la création de nouveaux parcs; a contrario, compte tenu d'une certaine surexploitation actuelle de la baie, le repérage des secteurs défavorables à la croissance des huîtres pouvant justifier des déplacements de zones d'élevage ou des diminutions de stocks.

2.4 Gestion de l'eau d'irrigation dans le bassin versant de la Charente

Les travaux concernant la gestion de l'eau d'irrigation suivent deux axes:

- analyse du caractère incitatif des modalités de tarification prévues lors de l'étude du projet pour la réalisation d'une économie d'eau.
- étude de la gestion de l'eau d'irrigation dans les exploitations agricoles, conduite à partir d'enquêtes

Concernant le premier axe, et dans le contexte actuel des primes liées à la PAC, il apparaît que la tarification de l'eau actuellement prévue n'incite pas l'exploitant à économiser l'eau. La pénalité appliquée en cas de dépassement du seuil fixé n'est pas dissuasive pour toutes les exploitations. Cependant, le niveau à partir duquel la tarification inciterait à un auto-contrôle des consommations par les agriculteurs correspond à un prix élevé qui diminuerait sensiblement le revenu des exploitations irriguantes. Dans ces conditions, diverses solutions sont à imaginer et à tester (tarification non linéaire, par paliers, fixation de quotas ...)

Pour la gestion de l'eau et des pratiques d'arrosage sur l'exploitation agricole, les enquêtes confirment qu'en première priorité par rapport aux aspects économiques c'est la gestion globale des moyens (matériel et main d'œuvre) au niveau de l'exploitation qui prime dans la prise de décision d'irriguer et, in fine, qui conditionne la quantité d'eau prélevée en Charente. Les premières analyses montrent que les niveaux d'équipement, le type de matériel d'irrigation et la situation économique de l'exploitation interfèrent assez fortement avec les modes de conduite de l'exploitation. Les consommations annoncées pour 1994 varient de 2000 à 2500 m³/ha. Les rendements jugés critiques par les agriculteurs en fonction de leurs

charges varient de 85 à 93 q/ha pour le maïs. Les interrogations des agriculteurs pour le pilotage de leur irrigation concernent les dates de début et d'arrêt des passages, la prise en compte des pluies, les réserves utiles des sols, l'estimation d'une E.T.P. locale, ainsi que les problèmes de réglage des matériels, de contrôle des doses et de l'état hydrique des sols.

2.5 Etude économique des exploitations conchylocoles à Marennes-Oléron

Le bassin de Marennes - Oléron est le premier site Européen pour la production d'huîtres. L'augmentation globale dans la baie des stocks cultivés (90 000 tonnes) a entraîné un abaissement relatif de la ressource nutritionnelle pour les huîtres et moules, une diminution des taux de croissance et un accroissement des mortalités. Il s'agit de la surexploitation collective d'une ressource naturelle exploitable, mais non attribuable. Cette dégradation de la capacité trophique de la baie du fait de la surexploitation est de nature à entraîner des situations individuelles difficiles et des problèmes sociaux lorsque la biomasse élevée dans une zone abaisse les conditions de productivité en dessous du point de rentabilité de certaines exploitations.

Les travaux poursuivis cherchaient à identifier les solutions envisageables pour contrer de telles dérives. Ainsi, la mise en place d'une réglementation peut se révéler plus ou moins efficace en fonction la capacité à identifier, puis à mettre en place des règles obtenant l'adhésion d'une large majorité d'utilisateurs. Une première piste possible serait de donner aux ostréiculteurs des droits sur la ressource. Des droits de concession territoriale existent déjà en France qui peuvent s'appliquer à peu près comme des droits de pleine propriété. Ils garantissent la propriété de l'exploitant sur le stock exploité sur une surface donnée uniquement pendant la durée du cycle de production. Mais ils concernent seulement l'utilisation de l'espace, la ressource continue à se déplacer à travers la concession et reste dépendante de la densité d'élevage de la zone.

Une autre solution pourrait être l'allocation de droits individuels sur la ressource (quotas de production). Cette voie apparaît comme difficile à mettre en place du fait du coût des études pour la définition de règles bien calibrées tenant réellement compte des capacités trophiques globales de la baie dans leur variation inter-annuelle (la durée minimale d'élevage est de trois ans), et d'autre part, de la grande variation de productivité dans le temps et l'espace. La solution apparaît plus comme une prise de conscience du problème par les exploitants entraînant une attitude participative de leur part pour une réduction globale significative de biomasse. Cependant il convient de tenir compte qu'une des difficultés majeures dans le cas de Marennes - Oléron est le grand nombre d'acteurs (plus de 1400 structures ostréicoles et 150 pour les autres espèces) et les différences d'enjeux et de stratégies liés à la typologie et aux finalités des structures.

Le premier objectif des travaux a été d'apporter une description quantitative et qualitative de l'économie de l'ostréiculture à Marennes-Oléron. 275 exploitations ont été suivies à 2 reprises pour établir une typologie des exploitations basées sur la structure des coûts, sachant par ailleurs que les choix organisationnels et la stratégie économique (profit maximal ou transmission de patrimoine) jouent aussi sur les différences. L'emploi d'une analyse multivariées révèle trois groupes d'exploitations:

- les ostréiculteurs purs producteurs.
- les ostréiculteurs impliqués dans l'achat-revente. Ils sont appelés vendeurs.
- un groupe intermédiaire, qui produit la majeure partie de ce qu'il vend.

Le deuxième objet de l'étude était d'essayer de comprendre les freins pour l'agriculteur à agir dans l'intérêt général, qui a conduit la réglementation actuelle à échouer en partie dans ses résultats. En fait, les purs producteurs ne contrôlent pas plus de la moitié de la biomasse. La

question de la gestion des stocks n'est donc pas seulement un problème de coopération entre ostréiculteurs producteurs, mais inclut également des structures très orientées vers le négoce.

Le troisième objectif est d'évaluer les pertes économiques dues au sur-stockage. La modélisation bioéconomique serait un outil approprié pour évaluer en terme monétaire ses conséquences. Pour appliquer cette méthode, on a besoin de la fonction de production biologique, sur laquelle la connaissance doit encore progresser, et d'une bonne connaissance de la structure des coûts et des prix.

L'hypothèse de différences considérables d'efficacité est confirmée dans le groupe des producteurs, en fonction de la productivité naturelle de la zone, mais aussi de la quantité de main d'œuvre familiale et du savoir-faire. Selon les producteurs, la perception de perte d'efficacité en fonction du sur-stockage est ressentie de façon très différente et n'a pas forcément la même portée en fonction de l'abondance de la main d'œuvre familiale, du savoir faire et de l'endroit de la concession. Chez les producteurs les plus efficaces, ou dans les exploitations où la main-d'oeuvre ne fait pas défaut, beaucoup de producteurs, en période de cours défavorables, pourront espérer une meilleure valorisation ultérieure en sur-stockant. Pour les exploitations plus tournées vers la vente, le turn-over est beaucoup plus rapide compte tenu de la compétition dans ce secteur. Les vendeurs sont plus portés à raisonner en termes d'accroissement de stock. Malheureusement, cela influe dans le sens de l'accroissement de biomasse. Il est donc très difficile, compte tenu du conflit d'intérêt, de dégager une stratégie collective de gestion de la ressource.

La gestion des stocks d'huîtres à Marennes-Oléron est un sujet très délicat et difficile. Afin d'être utilisé pour étayer toute recommandation de gestion, l'outil de modélisation biodynamique nécessite encore des recherches pour comprendre le lien entre la perte d'efficacité biologique et la perte d'efficacité économique et en vue d'appuyer l'ostréiculteur de façon pertinente dans ses décisions stratégiques.

2.6 Description de l'emboîtement et de l'articulation des échelles de travail

Les questions soulevées par les changements d'échelle sont au centre des travaux du Programme Charente.

Pour ce qui est des flux hydriques sur de petits bassins versants, les phénomènes spatio-temporels ont une incidence relativement négligeable. Par contre, si l'on considère le passage aux bassins versants emboîtés du Né et à plus forte raison au grand bassin de la Charente, divers effets d'échelle interviennent induisant une discontinuité :

- augmentation de l'hétérogénéité au niveau de la nature et de la topographie des sols, donc de leurs caractéristiques de production vis-à-vis des flux hydriques,
- augmentation de l'hétérogénéité au niveau du climat, avec une incidence sur la production du bassin versant ou au contraire sur l'évaporation,
- augmentation de l'hétérogénéité au niveau de l'hydrogéologie. Il apparaît particulièrement nécessaire au niveau des bilans et des flux de tenir compte des pertes au niveau de la rivière, ou au contraire des réalimentations par la nappe, et de l'effet des prélèvements pour l'irrigation, par pompage direct dans le cours d'eau ou, avec effet retard, par prélèvement dans la nappe

La question du changement d'échelle est intégrée dans la démarche de modélisation quantitative portant sur les flux hydriques et les bilans. Le couplage modèle/SIG est une voie prospectée pour intégrer des informations spatialisées utiles par le développement d'un

modèle semi-distribué intégrant certaines hétérogénéités. Ainsi, l'extension spatiale du modèle par rapport au BVRE du Ruiné a été effectuée par une architecture semi-distribuée incluant le karst de la Rochefoucauld, qui court-circuite le réseau hydrographique de surface. Le modèle accède aux données agronomiques ou hydrogéologiques par l'intermédiaire d'un SIG.

Les phénomènes biologiques ou biochimiques tels que, prélèvements de nutriments par les macrophytes aquatiques, par les végétaux de ripisylve, nitrification, dénitrification apparaissent négligeables dans le bilan d'un petit bassin versant. Ils acquièrent un rôle significatif à l'échelle du grand bassin versant de par la mise en place progressive d'une charge polluante diffuse et organique et du poids important pris par le facteur temps de transfert. La variabilité des habitats, des sédiments, des conditions très ponctuelles et générales dans le cours d'eau, favorables à la réalisation de ces réactions sont autant de facteurs à variabilité spatiale à prendre en considération.

2.7 Instrumentation/Campagnes mesures

Le bassin versant du Ruiné est appareillé avec un seuil jaugé, un débitmètre et une centrale d'acquisition de données. Les débits sont enregistrés en continu. Des analyses chimiques de la qualité de l'eau sont réalisées régulièrement à fréquence hebdomadaire, complétées en cas de crue par des prélèvements horaires (préleveur automatique. Réseau d'observation annuel des exploitations agricoles.

Un suivi annuel de la qualité des eaux est réalisé sur 2 stations sur le Né, ainsi que sur 7 stations échelonnées sur le cours de la Charente de l'amont d'Angoulême à Brives sur Charente.

Une campagne annuelle d'enregistrement est effectuée sur quatre tronçons de référence au niveau des peuplements de macrophytes. Chaque tronçon de 500 m de long fait l'objet de quatre séries de relevés par an, concernant 120 à 150 points-contact par tronçon répartis sur 11 transects disposés tous les 50 m.

Observatoire d'exploitations irriguantes de Charente, et ostréicoles de la Mer des Pertuis Charentais

2.8 Les référentiels de la recherche

Divers référentiels ont été alimentés sur la zone depuis le démarrage du programme. La base de données du bassin versant du Ruiné est alimentée depuis début 1990: données exhaustives sur milieux, usages, pratiques, débits, concentrations avec mise en place d'un SIG. La base de données eau portant sur 9 stations réparties sur le réseau hydrographique. Base de données sur les macrophytes. Les bases de données de l'Ifremer sur la courantologie, sédiments, le phytobenthos.

3 De la connaissance au transfert/ Le projet INTERFACE

3.1 Contexte objectif

Le programme, qui s'adresse aux gestionnaires ou aménageurs du territoire comme aux professionnels et scientifiques, prévoit d'intégrer les produits réalisés (bases d'information, indicateurs, règles de gestion, instruments de simulation) dans le prototype d'un Système

d'Information Territorial. Un tel outil à référence spatiale a pour objectif d'optimiser le partage et la circulation des données en réseau, de renforcer le niveau de qualification des acteurs du développement et de faciliter l'aide à la prise de décision concertée.

Le prototype élaboré vise à satisfaire deux types d'utilisateurs :

-des utilisateurs extérieurs dans le cadre de l'aide à la décision publique; par exemple : l'Administration et les services déconcentrés de l'Etat (Affaires Maritimes, Agriculture et Forêt, Equipement, Environnement...), des organismes publics tels les Agences de l'Eau, les collectivités territoriales ou associations chargées de la gestion des ressources et environnements, les professionnels de l'Agriculture et de la Mer....,

-des utilisateurs internes aux deux établissements dans le cadre de leurs missions de recherche et d'expertise (conséquence des politiques, des aménagements, des progrès scientifiques et technologiques,...) face aux demandes de plus en plus fréquentes dans les domaines du diagnostic, de l'appui technique et de la formulation d'avis d'experts.

Le programme proposé prétend mener à bien une étude de faisabilité aboutissant à des démonstrations effectuées à partir d'un ensemble de questions posées en matière d'aménagement intégré. Aussi, par souci de simplification, l'accent est placé en priorité sur les usages correspondant aux systèmes de production liés aux activités primaires dont les deux organismes possèdent une bonne connaissance : système agraire à l'amont, système cultures marines à l'aval.

Les résultats attendus sont:

- des règles d'assemblage pour la mise en cohérence de l'information sur les milieux continentaux et marins, actuellement hétérogènes et discontinues, avec mise en place d'un référentiel cartographique dérivé des bases de données nationales distribuées par l'IGN et le SHOM,

- une structuration des informations facilitant la représentation cohérente et synthétique des connaissances sur milieux et ressources, usages et modes de régulation (réglementation) des systèmes d'exploitation, à partir de données et d'outils de visualisation..

- des applications à but opérationnel en matière d'aide à la décision pour la gestion du territoire basées sur l'analyse des relations de cause à effet. Elles comprennent des démonstrations basées sur des indicateurs de synthèse et des moteurs de simulation permettant de justifier les choix d'affectation des espaces littoraux et continentaux limitrophes, les procédures de gestion et les propositions d'aménagement (Schéma de Mise en Valeur de la Mer, Réseau National de Données sur l'Eau, Observatoire du littoral, Tableau de bord de la ressource, gestion du Domaine Public Maritime...).

- l'intégration de l'outil au sein des mécanismes de coordination, via la définition d'un référentiel commun aux différents partenaires facilitant la diffusion de l'information et de l'expertise associée. Ce référentiel comprend : un dictionnaire des données avec leurs caractéristiques : source, validité, accessibilité..., et des procédures de consultation.

- la rédaction d'un Guide méthodologique, constitué de la compilation de notes thématiques et techniques, qui soit une aide à la mise en oeuvre d'un SIRS utilisable pour la définition, le contrôle et le suivi des schémas d'aménagement et de développement des territoires.

3.2 Démarche proposée

Un travail sur site en vraie grandeur, bassin de la Charente-Mer des Pertuis, apparaît essentiel pour vérifier la capacité de réalisation du système d'information validé sur données réelles et dont les fonctionnalités répondent aux besoins concrets des gestionnaires.

3.3 Structuration

Cinq tâches principales ont été identifiées dans la définition du programme de travail :

- inventaire et typologie de l'information spatialisée intéressant les territoires bassins versants littoraux et zones côtières
- cartographie thématique et modes d'expression cartographique des variables spatialisées
- modes d'agrégation, indicateurs spatio-temporels et structuration des territoires en zones homogènes
- mise au point de méthodes de couplage entre systèmes d'information et modèles, d'intégration entre modèles et de définition de moteurs de simulation.
- procédures d'élaboration de bases de données numériques et développement d'outils informatiques

3.4 Les produits disponibles

L'épreuve préalable de faisabilité a été assurée par le développement d'une maquette démonstrative assurant le lien amont - aval. Elle intéresse la mise en correspondance terre/mer de couches de données descriptives et thématiques:

- trait de cote, limites administratives, pédologie, occupation de l'espace, limites de bassins versants:
 - pour la partie marine, bathymétrie, usages de l'espace marin, modèle dynamique de propagation des matières en suspension
 - pour la partie terrestre, carte des pentes, typologie occupation du sol, zonages des différents niveaux de pression polluante en azote; intégration des résultats existants concernant le phosphore et les pesticides

Pour ce qui concerne la caractérisation des territoires, les premières études ont portées sur:

- l' identification des systèmes conchylicoles et agraires et construction d'une typologie
 - la caractérisation des itinéraires techniques pour les différentes productions
 - l'identification des logiques spatiales des producteurs et exploitants

Dans le domaine du développement méthodologique pour la définition des indicateurs synthétiques des pratiques conchylicoles et agricoles, les actions lancées portent sur la recherche bibliographique sur les thèmes et la réalisation des enquêtes de terrains.

Dans la démarche de couplage modèles/ Systèmes d'information, les travaux portent sur les modèles de dispersion et flux-débit et l'intégration de données spatiales dans les modèles.

L'analyse de la mise en place du système-outil comprend des axes de développement sur:

- l'architecture de base du logiciel de dictionnaire des données
- le développement du logiciel PATELLE, développeur logique d'applicatifs
- la définition de configurations informatiques cohérentes
- la définition des standards d'échanges des données et validation des procédures de transferts.

3.5 Etat d'avancement du projet et orientation nouvelle

A ce jour, les avancées en matière de mise en cohérence des connaissances sont significatives comme tend à le montrer la diversité des productions que nous venons de mentionner. Cependant le partenariat achoppe sur l'identification d'un opérateur local susceptible de s'approprier le système proposé. En effet, malgré un intérêt réel des acteurs locaux vis à vis de la finalité du projet (transfert de connaissances), de son caractère novateur (intégration) et de sa conduite dans une démarche partenariale, la parcellisation des préoccupations des acteurs, qui expriment des besoins très limités, appliqués et précis (une question, une mission, un thème, un espace géographique) constitue actuellement une difficulté à lever pour une véritable gestion territoriale. Ceci revient à souligner l'existence d'une frontière sociologique forte entre terre et mer (absence d'acteur supra sectoriel) en dépit des situations de conflits autour des questions de l'utilisation de la ressource eau, de la qualité des milieux aquatiques, des choix d'aménagement en relation avec les choix de développement, du devenir des zones humides...

D'où l'orientation future suivante: proposer aux interlocuteurs ciblés ce qu'ils attendent en priorité, un outil d'aide à la gestion des territoires agricoles et de l'eau sur le bassin versant pour le Cemagref, un outil d'aide à la gestion des territoires ostréicoles et de leur environnement à l'aval pour l'Ifremer. Il restera ainsi à charge aux deux organismes d'assurer la cohérence globale des deux outils de sorte à ce que ceux-ci, une fois le couplage réalisé, soient utiles à l'élaboration des simulations: impact amont vers l'aval ou contraintes aval vers l'amont que le programme initial prévoit mais que nul jusqu'ici s'est déclaré intéressé à payer. Pour une meilleure lisibilité externe du projet, il est proposé:

4 Conclusion

Jusqu'à l'époque actuelle, l'action sur le milieu naturel, et en particulier sur l'occupation et l'utilisation du territoire et sur la ressource en eau, s'est résumée, trop souvent, à une addition de décisions parcellisées mises en œuvre par des décideurs ou acteurs de formations et de préoccupations très diverses n'agissant que rarement en concertation, induisant des conséquences globales et récurrentes mal maîtrisées.

De même, la recherche sectorielle, compartimentée par champ disciplinaire et cherchant à répondre à des questions ciblées relatives aux sciences de la nature ont généré un savoir, certes rigoureux et important en soi, mais insuffisant pour la compréhension du fonctionnement d'un système complexe tel que celui constitué par des territoires terrestres et maritimes, aux activités de mise en valeur extrêmement fragiles et en interaction constante par l'un de leurs éléments structurants à savoir l'eau.

Cette approche parcellisée des problèmes n'est plus viable dans le contexte actuel de raréfaction de la ressource en eau. La mise en place d'une gestion globale permettant un arbitrage de l'allocation de cette ressource est devenue une nécessité dans un contexte de multi-usages intervenant en compétition. De même, il est désormais nécessaire de raisonner l'occupation et les utilisations du territoire relativement à la préservation quantitative et qualitative de la ressource en eau et à ses usages aval. Cette dimension est de plus en plus prise en compte au niveau politique (Loi sur l'Eau, mise en place des SDAGE, SAGE, SMVM...). Cependant, il manque encore au niveau institutionnel un acteur supra-sectoriel veillant à l'arbitrage cohérent du multi-usage de la ressource dans sa dimension à la fois continentale et maritime.

Dans le même sens, outre la progression des connaissances de base nécessaires à la compréhension fine des phénomènes, il est apparu comme une urgente nécessité, à la charge de la Recherche, de proposer un outil véritablement intégrateur permettant de mettre la connaissance et les outils actuellement disponibles sous une forme adaptée à une aide réelle à la gestion intégrée. Sans vouloir prétendre à l'exclusivité ou à l'originalité, le programme de recherche « Charente-Marennes-Oléron » mis en place par le partenariat Ifremer/Cemagref, rejoint ensuite par d'autres organismes dans le cadre de la Zone-Atelier Charente, s'est inscrit dès sa conception dans une stratégie de recherche pluridisciplinaire. Sans s'inscrire dans la lignée des démarches systémiques, il affichait cependant une volonté de compréhension du fonctionnement bio-physico-chimique des écosystèmes aquatiques et de leurs interactions, sans pour autant négliger la mesure du poids des facteurs socio-économiques dans les dynamiques observées.

Les premiers résultats obtenus, présentés lors du colloque Charente Marennes Oléron et listés ci-dessous, sont encore pour certains à approfondir, puis à intégrer au fur et à mesure des acquis scientifiques :

- De l'amont vers l'aval, nous sommes en mesure de fournir par la modélisation les débits et les flux de nutriments arrivant à l'exutoire.
- Le modèle développé offre une synthèse du fonctionnement hydrologique, des processus biologiques et physico-chimiques de l'hydrosystème, et de façon indirecte, des travaux conduits sur les systèmes d'exploitation agricoles et leur organisation spatiale et des comportements adaptatifs des utilisateurs de la ressource en eau.
- Les bases de données produites peuvent efficacement être récupérées par le modèle de production trophique développé en territoire maritime. Ce modèle qui s'appuie sur les connaissances dans les domaines du comportement biologique des productions conchylicoles, mais aussi sur la dynamique courantologique et la production benthique, permet, hors les tâches d'expertise, de répondre aux questions posées par les démarches d'approche intégrée de gestion des territoires. Ceci relève du cadre du projet INTERFACE de transfert des connaissances.

Un travail important reste à réaliser à deux niveaux:

- Avancée des connaissances de base, au niveau scientifique par discipline, pour préciser et quantifier certains processus intervenant de façon importante dans les bilans quantitatifs et qualitatifs de la ressource (ex : rôle de l'hydrogéologie dans la production de bassins versants, étude du processus de nitrification...).
- Intégration de ces connaissances dans des outils pluri-disciplinaires permettant d'une part la simulation (évolution et perfectionnement des modèles existants), et d'autre part l'intégration dans un souci de production d'outil efficace d'appui à la gestion intégrée.

Bibliographie

- C.Bacher, O. Raillard, A. Menesguen, L.Barille - Modélisation de la production primaire phytobenthique et phytoplanctonique et de la croissance des huîtres cultivées dans la baie de Marennes-Oléron, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- M.Torre - Dénitrification in-situ en eaux courantes: application au fleuve Charente, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- J.P.Rebillard, A.Lenoir, H.Beuffe- Les végétaux aquatiques et le transfert des nutriments dans le fleuve Charente: microphytes et compétition bactérienne, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994

- A.Dutartre, H. Codhant, N.Mary- Les végétaux aquatiques et le transfert des nutriments dans le fleuve Charente: les macrophytes, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- J.Prou, M.Héral, P. Geairon, A.Bodoy - Dynamique spatio-temporelle des huîtres cultivées et sauvages à Marennes-Oléron, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- G.Mantilla-Morales,T Leviandier, Z.C.Ma - Modélisation des flux de nitrates dans le bassin de la Charente, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- O.Raillard, P.Le HIR, P.Lazure - Modèles numériques hydrodynamiques et sédimentologiques des pertuis charentais, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- P.G.Sauriau, M.Héral, N.Goinard - Les communautés benthiques de Marennes-Oléron: Variabilité spatiale des biomasses et productions, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- J.C.Ansel, H.Ayphassorho, F.Huet, P.Colombéra - Un exemple d'approche des risques de pollution diffuse d'origine agricole à l'aide d'un SIG, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- H.Durand, B.Guillaumont, R.Loarer, L.Loubersac, J.Populus, J.Prou - Les SIG, outils d'aide à la décision. Premières applications dans les pertuis charentais: Le cas de l'ostréiculture, Symposium Relations continent-zones côtières, La Rochelle 13- 15 septembre 1994
- T.Leviandier- Diversité des approches du changement d'échelle en hydrologie. Colloque C.N.R.S. Modélisation - Janvier 1996.
- R.Laplana, L.Loubersac- "Programme de travail en collaboration entre IFREMER et CEMAGREF sur les SIG pour la gestion et l'aménagement des bassins versants littoraux et des zones côtières. Proposition de cahier des charges". Rapport IFREMER/Cemagref - mars 1995.
- F.Vernier., J.F.Dubernet- Les triazines et leurs métabolites dans le bassin versant du Ruiné : Bilan de quatre années d'expérimentations - Février 1996.
- Ferrer S. , Mémoire de DESS Santé - Environnement (Bordeaux II), Mise en place d'un protocole expérimental pour l'estimation du taux de nitrification en eau courante - Octobre 1995.
- A.Pinheiro, R.Koreta, B.Caussade, J.F.Dubernet - Mise au point d'un outil d'aide à la gestion de la pollution par les produits phytosanitaires : exemple du modèle POLA - Mai 1996.
- T.Rieu, J.M.Chazalon - La gestion de l'eau dans l'exploitation agricole : Etude comportementale, Université de Pau et des Pays de l'Adour/Cemagref- 1995.
- Durand C., Kerdreux M., Numérisation d'objets géographiques en cohérence avec des données numériques existantes; décembre. 1995. C. TC/02.
- C. Rouzet - Proposition d'une méthode d'analyse-conception préliminaire à la mise en place du projet INTERFACE, Cemagref LCT, IFREMER, 1995
- L.Soggiu - Contribution à la définition d'indicateurs spatiaux de l'intensification agricole, Mémoire de DEA « Sociétés, aménagement et développement local » Université de Pau, Cemagref de Bordeaux, Octobre 1995, 103p, annexes