



## INFORMATIQUE - ELECTRONIQUE - MATHEMATIQUES

Les ordinateurs de l'université Bordeaux 1 au service de la génétique (Août 2005)

Comment prédire l'évolution du Bassin d'Arcachon ? (Juil 2005)

Modéliser le déferlement des vagues (Juin 2005)

Modéliser les populations d'anguilles pour mieux les sauver (Mars 2005)

Mesurer et visualiser les températures pour mieux traiter les tumeurs (Janv 2005)

### Les ordinateurs de l'université Bordeaux 1 au service de la génétique

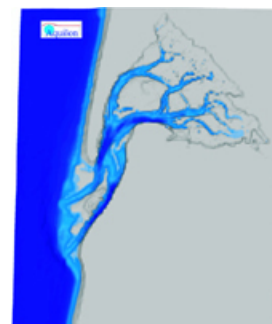
L'AFM (Agence Française contre les Myopathies), la société d'informatique IBM et le CNRS se sont associés pour la mise en place de l'un des plus puissants systèmes de recherche scientifique jamais créés en France : le projet Décryphon. Lancé le 15 mars dernier, ce programme a pour but d'accélérer les recherches vers une meilleure compréhension du vivant, et plus particulièrement des maladies génétiques. Il repose sur une technologie appelée grid computing (« grille de calcul » en français) consistant à mettre en commun les capacités de plusieurs ordinateurs afin de dépasser les limites individuelles de chacun, et de réaliser rapidement d'importants calculs. Ce réseau combine déjà les ressources des supercalculateurs des universités Bordeaux 1, Lille 1 et Paris 6 et pourra, si nécessaire, recruter des ordinateurs individuels.

Le décodage complet du génome humain, terminé en 2004, n'a pas permis d'appréhender la totalité des mécanismes impliqués dans une maladie génétique. La recherche se penche donc aujourd'hui sur la protéomique, c'est-à-dire l'étude du fonctionnement et du rôle des protéines, et se lance dans la cartographie du protéome (l'ensemble des protéines d'un être vivant). Les chercheurs vont identifier et répertorier un maximum de mutations et les mécanismes qui en sont à l'origine, mettre au point des outils de prédiction... Ces études nécessitent une énorme puissance de calcul et des bases de données tout aussi considérables. A titre d'exemple, chaque années le volume des données en biologie est multiplié par deux ! Le programme Décryphon, basé sur le partage de compétences et d'informations, constitue un formidable outil informatique mit à la disposition des équipes, françaises ou étrangères, désirant travailler au développement de nouvelles thérapies et incarne un nouvel espoir pour les personnes atteintes de maladies génétiques. **12 août 2005**

### Comment prédire l'évolution du Bassin d'Arcachon ?

Soumis à l'action des marées, des houles océaniques ou des facteurs météorologiques tels que le vent, le bassin d'Arcachon est un environnement sensible aux phénomènes de transport sédimentaire. Il est essentiel d'avoir des modèles numériques permettant de prévoir l'évolution sédimentaire de ce système, et d'évaluer l'impact des aménagements sur son équilibre naturel.

Aurélien Le Dissez, au sein du TREFLE, le Laboratoire TRansferts Écoulements FLuides Énergétique (unité mixte CNRS, ENSAM, ENSCPB, Université Bordeaux 1) et du Département de Géologie et d'Océanographie de Bordeaux du Laboratoire Environnements et Paléoenvironnements OCéaniques (EPOC, unité mixte CNRS, Université Bordeaux 1), travaille à l'élaboration d'un tel modèle. Son objectif est de reproduire le plus exactement possible l'hydrodynamique du bassin, développant pour ce faire de nouvelles méthodes numériques de modélisation, qui, sont intégrées dans le code Aquilon développé par le laboratoire TREFLE. L'amélioration de la modélisation actuelle des zones intertidales, alternativement couvertes puis découvertes sous l'action de la marée, est notamment une des priorités majeures de sa recherche.

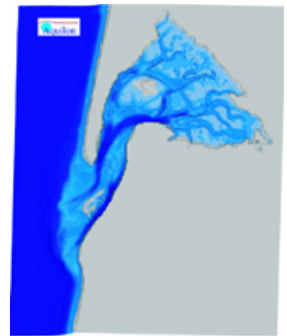
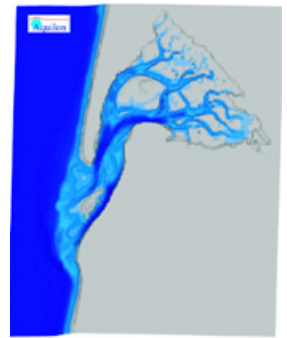


Le modèle d'Aurélie Le Dissez résout des équations prenant en compte différents paramètres physiques tels que la bathymétrie (c'est-à-dire la profondeur du bassin), la viscosité de l'eau, la gravité, le frottement de l'eau sur le fond marin (sableux, vaseux), etc. Il couvre la totalité du bassin, soit une superficie de 36 km (nord-sud) par 31 km (est-ouest). On ne calcule pas l'évolution des courants en continu, mais en une succession d'instantanés, appelés "itérations", distants entre eux d'un même petit intervalle de temps, ici 20 secondes. Ainsi reproduire un mois de marée nécessite d'effectuer 134 000 itérations.

De même, il est impossible de calculer l'état du bassin en tout point. Comme pour tout modèle numérique, les calculs se font sur une "grille" de points quadrillant le domaine, dit "maillage", et sont d'autant plus longs et précis que celle-ci est dense. Dans un premier temps, les simulations ont été menées pour des mailles de 200 mètres par 200 mètres (nord-sud et est-ouest), soient 27 900 points. On effectue ainsi 27 900 calculs pour une itération, soit près de 3 740 millions de calculs pour un mois de simulation! Depuis peu, Aurélie Le Dissez travaille à un nouveau maillage du bassin, non plus sur des mailles 200 mètres de côté, mais de 25 mètres, c'est-à-dire plus d'1,7 millions de points à résoudre par itération!

Pour le diminuer le temps de calcul, Aurélie Le Dissez utilise un procédé technique récent, la parallélisation de la résolution des calculs, intégrée au code Aquilon par Stéphane Glockner, Ingénieur de Recherche au sein du TREFLE : au lieu de tourner sur un seul processeur, le modèle est séparé en 128 sous-domaines et réparti sur 128 processeurs, chacun travaillant sur un seul des 128 sous-domaines.

Pour l'instant en période de développement et de validation, le modèle présente déjà une bonne adéquation entre les simulations et les observations sur le terrain. Il reproduit en effet les principales tendances actuelles : une puissance hydraulique du nord du Bassin inférieure à celle du sud de la lagune, fort potentiel d'érosion des courants au niveau de la pointe du Cap Ferret, perte d'activité hydraulique des chenaux de liaison... A terme, ce modèle devrait être en mesure de prédire l'évolution naturelle du bassin, à court ou à long terme. Il devrait aussi permettre de prévoir l'impact des nouveaux aménagements dans le bassin, une digue par exemple, qui peuvent avoir des conséquences inattendues. Enfin, il pourrait permettre un suivi numérique d'une éventuelle libération de polluants et prévoir ainsi leur accumulation ou leur évacuation dans l'océan. (12 juillet 2005)

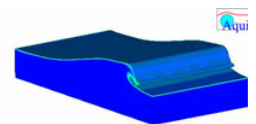


### Modéliser le déferlement des vagues

Le déferlement des vagues sur les plages, un phénomène mystérieux et fascinant sur lequel travaille Pierre Lubin au sein du TREFLE, le laboratoire TRansferts Écoulements FLuides Énergétique (CNRS, ENSAM, ENSCPB, Université Bordeaux 1). Bien que largement étudié depuis une vingtaine d'années, le déferlement est un phénomène encore très difficile à appréhender, alors qu'il est à l'origine de courants très intenses, responsables de la majeure partie du transport sédimentaire, impliqué dans la formation des côtes. En effet, selon le type de déferlement, il y a dépôt sédimentaire ou érosion : le déferlement plongeant, où l'on assiste à la projection d'une « lèvre » (dans le langage surfeur) de la crête de la vague, induit un dépôt sédimentaire; tandis qu'au contraire, le déferlement glissant, qui consiste en une barre d'écume se propageant vers la plage, induit une érosion de cette dernière.

L'étude des écoulements littoraux présente un intérêt tout particulier pour la région Aquitaine, puisqu'elle se compose d'environ 250 km de côtes sableuses. En effet, l'érosion du littoral correspond à un recul d'un à trois mètres du trait de côte dans cette région. La modélisation numérique du déferlement qu'a réalisée Pierre Lubin, sous la direction du Professeur Jean-Paul Caltagirone et du Docteur Stéphane Abadie, permet de prédire l'impact local de nouvelles structures, comme une digue par exemple, sur la turbulence induite par le déferlement des vagues et donc sur le transport sédimentaire. Ainsi, on peut savoir si la digue va provoquer une érosion ou un dépôt, dans quelle mesure et à quel endroit.

Intégré dans des modèles à plus grande échelle, cette modélisation devrait permettre de déterminer l'impact global des modifications envisagées dans l'environnement côtier. Un travail est notamment en cours sur le transport sédimentaire dans le bassin d'Arcachon. (6 juin 2005)



### Modéliser les populations d'anguilles pour mieux les sauver

L'anguille risque bien de disparaître des cours d'eau européens d'ici à quelques années si des mesures ne sont pas prises rapidement pour protéger cette espèce de poisson. De nombreux scientifiques tirent la sonnette d'alarme au point que l'Union Européenne envisage une interdiction de la pêche d'un mois, durant la meilleure période de la saison ou des déplacements massifs d'animaux pour repeupler les zones désertées par cette espèce. En effet il semble que le nombre d'anguilles ait été divisé par dix au cours des deux dernières décennies. Afin d'appréhender au mieux les différents facteurs responsables de cette disparition, Patrick Lambert, ingénieur au Cemagref de Bordeaux, a conçu un modèle simulant l'évolution d'une population d'anguilles dans un bassin versant, c'est à dire un fleuve et ses affluents. Grâce à cet outil, il sera possible, à terme, de d'évaluer l'efficacité des mesures de protection à mettre en œuvre pour tenter d'enrayer le phénomène. Les anguilles sont des poissons migrateurs qui naissent dans la mer des Sargasses, au large des Bermudes. Les larves traversent l'océan Atlantique, portées par les courants marins, jusqu'aux côtes européennes où elles se métamorphosent en civelles avant de coloniser les estuaires et les cours d'eau. Devenues anguilles jaunes elles se sédentarisent pour grandir. Enfin, cette phase se termine par une seconde métamorphose qui voit la transformation de l'anguille jaune en anguille argentée, laquelle va pouvoir rejoindre son lieu de naissance pour se reproduire. Etant donné la complexité du cycle biologique des anguilles, on comprend que de nombreux facteurs puissent entraver la vie de ces poissons et entraîner la disparition d'une partie importante de la population. La pêche a bien sûr une influence, mais également la modification des courants marins, la présence de barrages sur leur parcours, la réduction des zones de croissance et la dissémination des pesticides qui réduisent leur potentiel reproducteur. C'est pourquoi le Cemagref a développé un modèle permettant d'obtenir une image de la population d'anguille d'un bassin versant de manière à déterminer combien de civelles sont susceptibles de devenir anguilles argentées. Cet outil est capable d'explorer la dynamique de la population de poissons, en intégrant non seulement les principaux processus biologiques, tels que le vieillissement, le déterminisme sexuel, la préparation du retour vers la zone de reproduction, la mortalité naturelle, ou le déplacement des anguilles, mais aussi les influences anthropiques telles que la pêche ou l'impact des barrages. Au delà des données démographiques pour les études environnementales, le but à plus long terme est de fournir un instrument qui serve d'aide à la décision pour prendre les mesures de gestion qui s'imposent. Le modèle pouvant intégrer de nouveaux paramètres, peut s'appliquer à un grand nombre de situations afin d'agir plus spécifiquement et donc plus efficacement dans la sauvegarde de cette espèce, aujourd'hui en grand danger. (25 mars 2005)



CEMAGREF



CEMAGREF

### Mesurer et visualiser les températures pour mieux traiter les tumeurs

Certaines tumeurs peuvent être détruites par échauffement local grâce à des lasers, des ultrasons focalisés ou des électrodes radiofréquences. C'est le cas en particulier lorsque la chimiothérapie ou la chirurgie classique ne sont pas indiquées ou peu efficaces, notamment pour certains cancers du foie. Le traitement est habituellement réalisé sous contrôle échographique, technique d'imagerie qui permet de visualiser la position des électrodes, mais qui donne peu d'informations sur le déroulement du traitement. Par contre, l'imagerie par Résonance Magnétique (IRM) permet de mesurer la répartition locale de la température. Dans ce procédé, les contrastes des images IRM générées toutes les 2 ou 3 secondes, varient avec la température. La mise au point des techniques d'IRM pour la thermométrie est réalisée au laboratoire CNRS d'« Imagerie Moléculaire et Fonctionnelle : de la physiologie à la thérapie » à l'Université Bordeaux 2 (directeur Dr Chrit Moonen) par Bruno Quesson et ses collègues. Le traitement en temps réel des images IRM est réalisé à l'aide d'un logiciel qui reçoit les images, mesure la variation locale de contraste, calcule et affiche la température. La technique permet d'obtenir une cartographie des températures de l'organe qui évolue en temps réel, et donc de cibler parfaitement le site de traitement et de vérifier que la température est assez élevée au point d'intervention.

Après un prototype initialement développé par l'équipe de recherche du laboratoire CNRS, une jeune société girondine, Image Guided Therapy (Pessac), a été créée en 2001 (lauréate du concours 2001 de création d'entreprises innovantes géré par l'ANVAR) par Erik Dumont. Elle a pour objectif la commercialisation d'un progiciel à destination du milieu médical et travaille en partenariat avec le laboratoire pour l'amélioration de la technique. Dès à présent, l'entreprise propose des services de consulting et des prototypes pour des expériences en laboratoire. En 2003 et 2004, des essais du prototype ont été réalisés sur animaux pour valider la technique, puis fin 2004, les études de faisabilité ont débuté sur les humains au CHU de Bordeaux. Après des interventions sur quelques patients atteints de cancers du foie et dont la surveillance échographique n'est pas possible, le projet devrait cette année pouvoir être présenté à un comité d'éthique qui déterminera le protocole d'une étude nationale sur plusieurs centres pilotes. Cette étude aura pour but de démontrer le bénéfice pour le patient avant l'autorisation de mise sur le marché de la technique. (14 janvier 2005)