

Bureau d'Etudes Industrielles Energies
Renouvelables et Environnement

Bulletin du BEI « Énergies Renouvelables et Environnement » Année 2003-2004

Comptes-rendus des BEI disponibles sur le Web : <http://www.enseeiht.fr/travaux/>



Le Bureau d'Etudes Industrielles (BEI) a pour but de concrétiser les enseignements acquis par les élèves ingénieurs au cours des trois années de leur formation à travers un projet pratique, proche du futur métier d'ingénieur et autour de thématiques communes : les Energies Renouvelables et l'Environnement (ERE).

Un aspect central du BEIERE est la mise en commun des expériences industrielles des étudiants et des enseignants, ce partage des expériences s'effectue notamment au travers de rencontres avec des industriels et l'invitation d'intervenants extérieurs, laissées à l'initiative des étudiants. Le BEIERE permet l'initiation à la culture de l'ingénieur.

Initié dans le département Hydraulique et Mécanique des Fluides de l'ENSEEIH T il y a quelques années, le BEI rassemble depuis cette année des étudiants de l'Option INP « Génie de l'Environnement » qui regroupe les trois écoles de l'INP, l'ENSAT, l'ENSIACET et l'ENSEEIH T.

Les moyens du BEI ERE 2003/2004 ont été fournis par le département Hydraulique et Mécanique des Fluides de l'ENSEEIH T et par des partenaires industriels désireux de soutenir ces projets.

Soutenance publique du BEI ERE 2003-2004

Lundi 26 janvier 2004 de 13h30 à 17h30,
Amphithéâtre B00 à l'ENSEEIH T,
2, Rue Camichel
31000 Toulouse
Rez-de-chaussée du bâtiment B

(programme détaillé : llovel@imft.fr, thual@imft.fr)

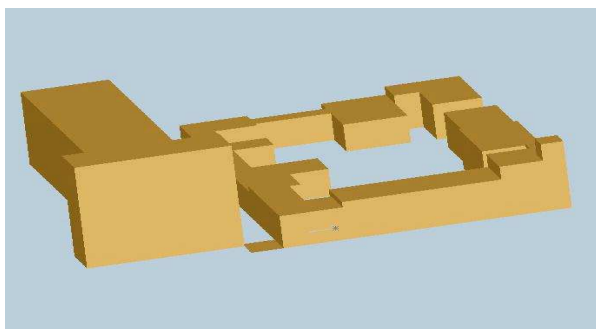
Intégration d'une éolienne Darrieus en milieu urbain

Ce BEI "Eolienne" s'inscrit dans la lignée des travaux effectués depuis plusieurs années par les élèves de l'ENSEEIH sur le petit éolien. Ce sujet nous intéresse particulièrement du fait qu'il est encore peu développé en France et qu'il constitue un enjeu important de demain. L'objectif de notre étude est d'étudier les possibilités d'intégration d'une éolienne Darrieus sur le site de l'école. Ce type d'éolienne présente un intérêt certain pour l'intégration en bâtiment, du fait de son rendement proche de celui des éoliennes à axe horizontal, de sa grande plage de vitesses de vent (pour avoir un fonctionnement optimum en puissance) et de sa géométrie modulable et peu encombrante.

Afin de mener nos objectifs à terme, notre étude est constituée d'une part d'une voie expérimentale, d'autre part d'une voie numérique. Ces deux voies seront menées conjointement pour être finalement comparées. Parallèlement à cette étude, un groupe d'étudiants du département Génie Electrique et Automatique de l'ENSEEIH travaille sur la partie électrique d'une telle éolienne.

Etude numérique

La partie numérique de cette étude est traitée par deux équipes:



-modélisation numérique du profil Darrieus et simulations 2D et 3D avec le code de calcul Star-CD (*cf www.cd-adapco.com*), en considérant différents écoulements en milieu urbain.

-modélisation numérique du lieu d'implantation afin de déterminer l'emplacement optimal de l'éolienne en effectuant des simulations avec le code de calcul Fluent (*cf www.fluent.com*).

Etude expérimentale

Cette partie expérimentale est également menée par deux équipes:



- caractérisation du gisement éolien du site d'implantation ; il faut pour cela effectuer des mesures anémométriques, extrapoler les résultats obtenus à l'aide des abaques de Météo-France financées par le laboratoire R&D d'EDF et réaliser une corrélation long terme grâce au logiciel WindPro (*cf www.windpro-insurance.com*) en collaboration avec des ingénieurs de la société AMEC-SPIE.

- fabrication d'une maquette de l'ENSEEIH afin de réaliser des test dans les canaux hydrauliques de l'IMFT et de pouvoir ainsi comparer les résultats avec ceux obtenus par l'équipe numérique.

Rencontres avec les industriels

Nos travaux nous ont amenés à rencontrer des professionnels afin d'obtenir un soutien dans certaines phases de notre projet. M. de Reganhac, ingénieur développement chez AMEC-SPIE, a soutenu une conférence à l'ENSEEIH sur l'éolien et a accepté de nous aider dans la caractérisation

Etude de l'implantation d'un site d'hydrauliques

Ce Bureau d'Etude Industrielle est né du désir de transformer l'énergie mécanique des courants marins en énergie électrique à partir de dispositifs appelés " **hydrauliques** ". Nous proposons d'étudier la possibilité d'implantation d'un site de ces dispositifs dans des zones côtières nécessitant un apport supplémentaire d'énergie ou même une autonomie électrique.

Notre bureau d'étude, animé par trois binômes, comporte une étude numérique, expérimentale, ainsi qu'une étude d'impact sur un site.

Partie numérique :

Ce BEI nécessite une partie **simulation numérique** qui sera validée par la partie expérimentale. La simulation que nous voulons réaliser permet de répondre à divers objectifs :

- Dimensionnement de l'hydraulique (en faisant varier l'échelle du maillage).
- Puissance disponible sur le rotor de l'hydraulique .
- Tracé des courbes de la puissance en fonction de la vitesse réduite, fournir des données sur les turbulences à l'aval afin d' établir une ordre de grandeur de la porosité pour l'étude d'impact.

Star CD permet de mener à bien des simulations appliquées aux ingénieurs. Il permet en outre de simuler l'écoulement sur le dispositif et de donner la relation de transfert d'énergie disponible en couple mécanique.

Partie expérimentale:

Afin d'évaluer les performances d'une hydraulique de type turbine Davis, nous procéderons à la réalisation d'une maquette avec une configuration considérée comme optimum, puis nous réaliserons des essais dans le canal de TP de l'ENSEEIH pour enfin confronter les résultats obtenus à ceux du binôme Etude Numérique, et apporter quelques éléments de réponse au binôme étude d'impact. Les objectifs seront donc les suivants:

- Dimensionnement d'une maquette de turbine Davis.
- Réalisation de la maquette.
- Essais et évaluations des performances.

Partie Etude d'impact:

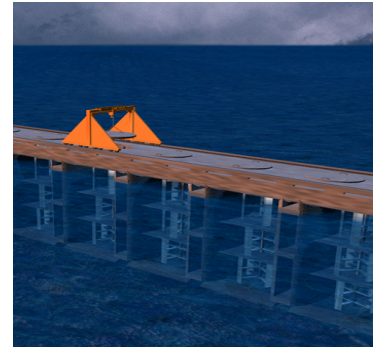
Certains projets d'implantation d'hydrauliques marines actuellement développés par des sociétés (Marine Current Turbines, Hydrohélix, Blue Energy,...) visent à créer des sites de tailles considérables afin de générer des puissances significatives sur le plan national.

Nous avons ainsi décidé d'étudier l'impact sur les courants marins et par conséquent sur la faune et la flore sous-marine d'une imposante " barrière " d'hydrauliques placée sur le fond.

Pour ce faire nous nous baserons sur un site sélectionné par la société française HydroHélix Energies, appelé " Raz Blanchard ". Cette zone de forts courants marins localisée entre le Cap de la Hague et l'île d'Aurigny (Cotentin) est pressentie pour recevoir une chaîne d'hydrauliques développant une puissance électrique totale de 3GW.

Nous prévoyons d'étudier l'impact sur ce site d'une barrière d'hydrauliques Davis de puissance et donc de taille variable, afin notamment de déterminer une taille et une configuration optimale. Dans cette optique, le travail pourra être décliné en trois parties :

- Simulation sous TELEMAC 2D: <http://www.telemacsystem.com/> de la modification globale des courants marins due à un site hydraulique.
- Détermination des modifications apportées à l'écoulement par une hydraulique Davis
- Impact sur l'environnement



Devenir des organoétains dans le bassin d'Arcachon : influence hydrodynamique, études physico-chimiques et impact biologique



Les composés organiques sont considérés comme des polluants organiques du milieu marin depuis les années 80 en raison de l'utilisation du tributylétain (TBT) comme matière active des peintures antisalissures. Ces dernières, destinées à protéger la carène des navires contre la fixation d'organismes vivants, agissent en diffusant dans le milieu des quantités très importantes de TBT.

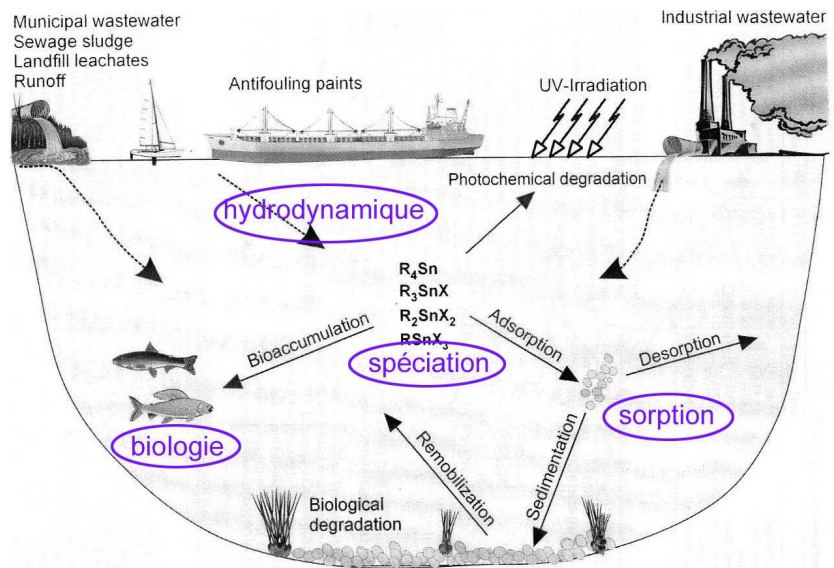
Ainsi, depuis les années 60, le bassin d'Arcachon connaît une forte pollution en organoétain. De part les législations de plus en plus strictes, la pollution tend à régresser mais le TBT s'est accumulé dans les sols et sédiments du milieu aquatique.

C'est afin de comprendre cette pollution persistante au TBT dans la baie d'Arcachon et ses répercussions sur l'environnement marin que des thématiques hydrodynamiques, physico-chimiques et biologiques sont abordées à l'occasion de ce projet.

Lors de son introduction dans le milieu naturel, le TBT est réparti dans la baie par les courants marins. Par conséquent une étude hydrodynamique permettra d'établir la dynamique du bassin et de la corrélérer avec la répartition géographique du polluant. Pour cette modélisation le code de calcul Télémac 2D (EDF) permettant la modélisation d'écoulement de surface libre est utilisé.

Le TBT peut également se dégrader en partie pour former d'autre organoétains. L'étude de la spéciation à l'aide du logiciel Microql (John Westall 1979) fournira les concentrations des différentes espèces donc la biodisponibilité du polluant. En parallèle, une étude biologique sur l'impact environnemental et en particulier sur les populations ostréicoles sera menée pour déterminer le mode d'action du TBT.

Enfin, dans le milieu naturel une large part du TBT se trouve en association avec des particules en suspension ou sédimentées. Par conséquent, le phénomène de sorption semble déterminant dans le stockage du polluant dans la baie. Donc une étude approfondie du mécanisme expliquera la persistance de cette pollution : une modélisation de l'adsorption par le logiciel Visual MINTEQ version 2.21 (Johnn Petter Gustafsson 2003) sera effectuée.



Par conséquent, fort de sa composition éclectique le groupe de travail vise la réalisation d'une étude pluridisciplinaire complète de la pollution du bassin d'Arcachon par le TBT et de corrélérer les aspects hydrodynamiques, physico-chimiques et biologiques du phénomène.

GESTION INTEGREE DU BASSIN VERSANT DE L'OUSSE

L'Ousse est un affluent rive droite du Gave de Pau qui draine un bassin versant de 120 km². La rivière coule sur une trentaine de kilomètres entre Lourdes et Pau, où elle se jette dans le Gave. Comme la plupart des bassins versants du piémont pyrénéen, le bassin versant de l'Ousse est particulièrement vulnérable aux épisodes orageux. A l'aval, une forte pression urbanistique liée à l'extension de la ville de Pau accroît les risques d'inondations déjà forts naturellement.

Ce projet a pour but de proposer, à l'aide de modèles numériques, des solutions de lutte contre ce phénomène. Notre projet est soutenu par Mlle Bertin (ingénieur de projet à AETS, Application Européenne de Technologie et de Services) et M. Puyou-Lascassies (AETS et membre du Syndicat d'Aménagement Hydraulique du bassin de l'Ousse).



Notre groupe s'organise en trois axes de travail :

Étude du bassin versant :

Il est envisagé de modéliser le comportement hydrologique du bassin versant de l'Ousse. L'objectif est de pouvoir obtenir, en tout point du cours d'eau, l'évolution du débit en fonction du temps, pour un événement pluvieux donné.

Il s'agira de comparer les résultats de 2 logiciels de modélisation hydrologique en testant la réponse de chaque modèle à un même événement réel ou artificiel. Ces modèles, HEC-HMS (<http://www.hec.usace.army.mil>) et TOPMODEL (<http://www.es.lancs.ac.uk/hfdg/topmodel.html>), obéissent à 2 philosophies différentes (de par leur concept de saturation du sol), d'où l'intérêt de cette comparaison.

Étude de la zone à risques :

En nous basant sur les résultats précédents, un modèle traduisant le comportement hydraulique du cours d'eau sera utilisé afin de déterminer et délimiter la, ou les, zones inondables en simulant un événement pluvieux. Ainsi, deux codes de calcul hydraulique seront comparés. Une étude sera faite avec le logiciel HEC-RAS (<http://www.hec.usace.army.mil>) afin de confronter les zones à risque calculées à la carte d'occupation du sol, puis de procéder à une analyse de la vulnérabilité. Les résultats ainsi obtenus permettront de s'intéresser à l'aménagement du territoire, en se basant sur le principe du « ralentissement dynamique ». Une étude similaire sera réalisée à l'aide du logiciel SIC, Simulation des Canaux d'Irrigation (<http://www.cemagref.fr/Informations/Produits/Logiciels/Hydraulique/SurfaceLibre/SIC.html>). L'objectif sera d'évaluer l'influence d'aménagements pour améliorer et maintenir la capacité du cours d'eau.

Étude de l'hydrologie urbaine :

Nous nous intéresserons ici au comportement d'un réseau d'assainissement lors d'événements pluvieux extrêmes ; notre étude se fera à l'aide du code de calcul en hydrologie urbaine, CANOE (<http://www.canoe-hydro.com>) et permettra d'envisager des solutions d'aménagements telles que des bassins de retenue. Nous avons choisi de centrer notre étude sur la ville d'Idron, située en aval de l'Ousse à proximité de l'agglomération paloise. Cette commune est en pleine croissance démographique et, donc, très sensible aux risques d'inondation. Cette étude sera complétée par un couplage hydrologie urbaine/hydrologie fluviale qui permettra, grâce aux résultats de autres études d'analyser les interactions entre rivière et réseau d'assainissement lors d'une crue.



L'Ousse à l'exutoire

Nous espérons que nos résultats, qui seront transmis au Syndicat d'Aménagement Hydraulique du bassin de l'Ousse, pourront, à plus ou moins longue échéance, constituer la base d'une étude plus poussée pour la lutte contre les inondations

IMPLANTATION D'UN RESEAU D'EAU POTABLE DANS UN CAMP DE REFUGIES

Notre projet a pour vocation de simuler l'implantation d'un système d'adduction en eau potable dans le camp de réfugiés de N'Kondo, près de la ville de Mbanza Ngungu dans la Province du Bas Congo. Intéressé fortement par l'aspect humanitaire d'un projet dans un pays en voie de développement, nous cherchons à appliquer nos connaissances en hydraulique et traitements des eaux dans la réalisation du projet dans son ensemble.

Actuellement, l'approvisionnement en eau se fait par camion citerne. Notre but est donc ici de permettre **un accès à une eau de qualité** pour une population de 80 000 réfugiés tout en respectant le budget alloué par l'ONU et les différents organismes humanitaires qui peuvent être concernés.



Les lignes directrices de notre projet s'articulent des 4 thèmes suivants :

La partie conduite de projet organise le travail et met en valeur les résultats obtenus par la constitution d'**un dossier d'appel d'offres** fictif qui répondra au besoin en eau du camp. Cette étude passe également par **une conférence** sur le Haut Commissariat aux Réfugiés (UNHCR) avec Mme Marie-Antoinette Okimba, ambassadrice de l'ONU en Afrique, le 5 janvier 2004.



La première étude consiste à réaliser **l'interface entre la ressource disponible et l'entrée du réseau d'adduction** jusqu'à la station de purification. Les thèmes d'études sont les suivants :

- Etude des données hydrologiques de la rivière
- Définition des besoins en eau pour le camp
- Dimensionnement des pompes, des cuves de stockage
- Etude de divers modes de pompage

La ressource en eau du camp de N'Kondo est une eau brute superficielle provenant d'une rivière. Des éléments polluants (composés organiques, pesticides, nitrates, phosphates, ...) rendent l'eau impropre à la consommation et imposent **un traitement physico-chimique puis une phase de potabilisation**. En fin de chaîne, les eaux usées seront récoltées puis relâchées après avoir subi un traitement. Ces traitements sont effectués avec les techniques suivantes :

- un coagulateur-floculateur
- un décanteur
- un bassin de chloration

La dernière partie du projet concerne **la distribution de l'eau potable** : le projet prend en charge la schématisation, la modélisation et le dimensionnement du réseau d'adduction. L'utilisation du logiciel **PORTEAU** (logiciel de simulation de réseaux d'eau du **CEMAGREF**) permettra de modéliser ce réseau avec des données telles la consommation journalière, le nombre de points d'eau, le débit minimum à fournir en sortie...

