



Stage M2 Recherche

*Modélisation de l'hydrosystème du Vaccarès
à l'aide du modèle SW2D à porosité variable en fonction de la
bathymétrie*

Disciplines : Modélisation hydrodynamique, gestion de zone humide

Encadrement :

- **Olivier Boutron (Tour du Valat), boutron@tourduvalat.org**
- **Carole Delenne (Univ. Montpellier)**
- **Vincent Guinot (Univ. Montpellier)**
- **Antoine Rousseau (Inria)**

Partenaire scientifique : Yves Chérain (Société Nationale de Protection de la Nature), gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue.

Mots-clés : écoulements peu profonds, simulations numériques, modèles réduits, équation de Saint-Venant avec porosité, hydrodynamique, environnement.

Déroulement du stage :

Le stagiaire sera principalement basé dans l'équipe LEMON, dans les locaux de l'Inria Montpellier (Campus Saint-Priest). Un séjour de deux semaines est prévu à la Tour du Valat en Camargue (le logement de l'étudiant est proposé par le centre de recherche), afin de découvrir le site modélisé et les données expérimentales disponibles.

Compétences requises :

Etudiant(e) issu(e) d'une filière de formation (Master ou ingénieur) avec une forte composante hydraulique à surface libre, et un goût prononcé pour les applications concrètes et les aspects expérimentaux de la recherche (confrontation du modèle avec la réalité terrain). Maîtrise des bases de la modélisation en mécanique des fluides/hydraulique à surface libre.

Compétences optionnelles mais vivement souhaitées :

Posséder une expérience des codes de calcul (industriels ou de recherche) de modélisation hydrodynamique (mécanique des fluides ou hydraulique).



Dates : Mars à Août 2018 (ajustable en fonction du calendrier de la formation de l'étudiant).

Gratification : montant traditionnel (568,76 €/mois)

Candidatures : pour candidater, envoyer CV + lettre de motivation à Olivier Boutron, chargé de recherche Hydraulique/Hydrologie à la Tour du Valat. Mail : boutron@tourduvalat.org

Date limite de candidature : le mercredi 31 janvier 2018.

Descriptif du stage :

Depuis sa création il y a 60 ans, l'institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes : la Tour du Valat (<http://www.tourduvalat.org/>), s'est placé comme un acteur influent de la gestion et de la recherche sur les milieux aquatiques méditerranéens. La mission principale de ce centre est de mener des travaux de recherche pour « Mieux comprendre le fonctionnement des zones humides et leurs interactions avec l'homme, afin d'accompagner les acteurs et décideurs locaux dans la gestion de ces milieux ». La zone géographique étudiée porte sur l'ensemble du pourtour méditerranéen.

Le stage proposé concerne l'hydrosystème Vaccarès, la zone humide principale de l'île de Camargue (Figure 1). Cet hydrosystème est composé de l'étang du Vaccarès, des Etangs des Impériaux (I.L. sur la Figure 1) et des Etangs du Lion (L.D.L. sur la Figure 1). Il reçoit les eaux de drainage des parcelles agricoles des bassins du Fumemorte (FUM, Figure 1) et de Roquemaure (ROQ, Figure 1). Un ouvrage constitué de 13 vannes situé au Grau de la Fourcade (Figure 1) permet de gérer la connexion de ce système avec la mer. Un second ouvrage de 6 vannes au Grau de la Comtesse permet de gérer les échanges avec un autre système d'étangs, les "Etangs et Marais des Salins de Camargue" ("EMSC" sur la Figure 1). Le vent (Mistral) a une très grande influence sur les écoulements dans ce système.

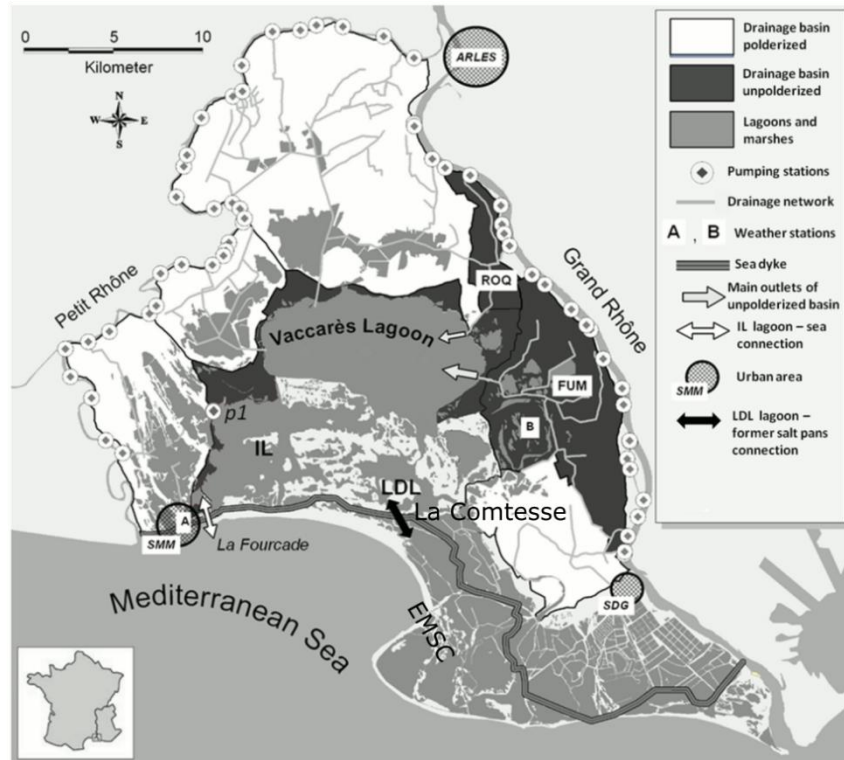


Figure 1 : Carte de L'Ile de Camargue avec les bassins de drainage poldérisés (en blanc) et non poldérisés (en noir). FUM : bassin versant du Fumemorte ; ROQ : bassin versant du Roquemaure ; SMM : ville des Saintes Maries de la Mer; SDG : ville des Salins de Giraud.

Les nombreux acteurs de l'Ile de Camargue (professionnels du tourisme, riziculteurs, chasseurs, pêcheurs, gestionnaires des milieux naturels, etc) ont des attentes différentes vis-à-vis de la gestion de cet hydrosystème, celles-ci pouvant être contradictoires. La gestion actuelle ne faisant pas consensus, il est primordial de disposer d'un outil de modélisation de la ressource en eau, qui permette de tester les conséquences de différents choix de gestion sur les activités/attentes des différentes parties prenantes.

Un premier travail de modélisation a été entrepris sur ce site (Boutron et al., 2015). Le modèle développé sous TELEMAC-2D présente deux inconvénients :

1/ Afin de représenter finement la géométrie des différents étangs et des canaux les reliant entre eux, le maillage utilisé comporte de très nombreuses mailles, d'une taille allant de 250 m à moins d'un mètre (Figure 2). Un tel maillage implique des temps de calculs conséquents, rendant l'utilisation impossible pour des gestionnaires qui ne disposent la plupart de temps pas des moyens de calculs nécessaires (clusters...)

2/ Ce modèle ne prend pas en compte différentes zones limitrophes des étangs, comme la zone de Riège (voir Figure 2). Même si cela n'a jamais été quantifié, ces zones jouent probablement un rôle dans l'hydrodynamique du système, notamment pour de très forts niveaux d'eau. Le fait de ne pas prendre en compte ces zones s'explique par leur très forte hétérogénéité spatiale. Elles sont en effet constituées d'un ensemble de petites baisses, de nombreux micro-chenaux et de végétation dont la



nature et la densité varient fortement d'une année sur l'autre, voire d'une saison à l'autre (Figure 3). Ces zones sont par ailleurs alternativement mises en eau et asséchées au cours de l'année (Figures 3 et 4), ceci nécessitant un traitement spécifique pour la modélisation. De par la nature "chaotique" de ces zones, l'utilisation d'un maillage extrêmement raffiné pour la modélisation hydrodynamique n'est pas pertinente.

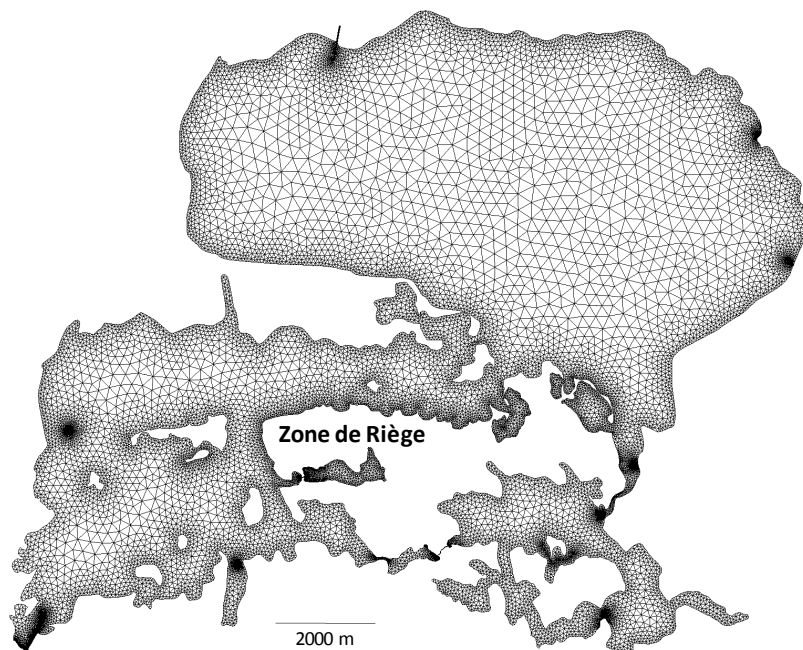


Figure 2 : Maillage utilisé par l'équipe d'accueil pour la modélisation du système. Les zones limitrophes comme celle de Riège ne sont pas maillées, de par leur trop forte hétérogénéité spatiale.



Figure 3 : Illustration de l'hétérogénéité spatiale de la zone de Riège, non prise en compte actuellement dans les modèles de l'hydrosystème Vaccarès, en période sèche.

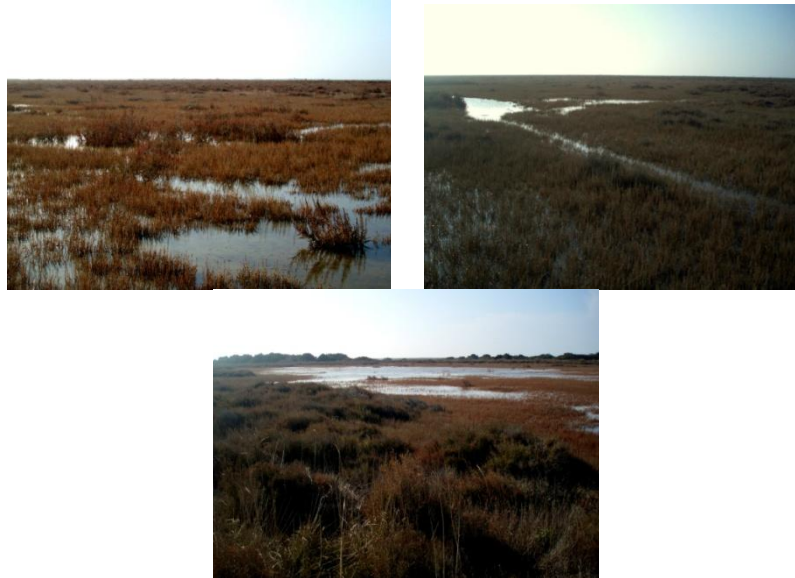


Figure 4 : Illustration de l'hétérogénéité spatiale de la zone de Riège, non prise en compte actuellement dans le modèle de l'hydrosystème Vaccarès, en période de hauts niveaux.

L'objectif de ce stage de master recherche est ainsi d'étudier la pertinence d'une description « macroscopique » de la bathymétrie et des écoulements. Cette approche consiste à résoudre les équations des écoulements à surface libre sur un maillage relativement grossier (ordre de grandeur des tailles de maille : la centaine de mètres), ce qui permet de préserver la rapidité de calcul. Les variations à l'échelle métrique de la bathymétrie et des variables hydrodynamiques au sein d'une maille sont décrites de façon statistique par des paramètres tels que des porosités et des directions préférentielles d'écoulement. Les équations à résoudre sont de même nature que les équations de Saint-Venant 2D classiques. Ce type de modèle, initialement développé pour la simulation d'écoulements dans des zones urbaines, permet des gains de temps d'un facteur 100 à 1000 par rapport aux modèles à maillage fin qui sont habituellement utilisés pour modéliser de telles zones.

Un premier stage réalisé en 2015 (Cornet, 2015) a permis d'initier la prise en compte d'une porosité variable selon la bathymétrie dans le modèle SW2D ("Shallow Water 2 Dimensions", informations sur le code disponibles sur le site <http://vincentguinot.free.fr/Research.htm>). Ce modèle est maintenant opérationnel.

Ce stage consiste donc à appliquer le modèle SW2D à porosité variable selon la bathymétrie à l'hydrosystème Vaccarès, en y incluant notamment les zones limitrophes des principaux étangs.

Les principales étapes du stage seront les suivantes :

- 1/ prise en main du modèle SW2D à porosité variable selon la bathymétrie.
- 2/ découverte de l'hydrosystème Vaccarès, de son fonctionnement, et des données expérimentales disponibles.



3/ développement d'un modèle de l'hydrosystème Vaccarès sous SW2D avec porosité variable selon la bathymétrie :

- création d'un maillage avec prise en compte des zones limitrophes des principaux étangs
- calibration et validation de ce modèle en s'appuyant sur les données expérimentales disponibles.

4/ Les résultats et les temps de calcul du modèle à porosité seront comparés à ceux du modèle SW2D sans porosité, appliqué au maillage de la Figure 2. La simulation sur ce maillage avec SW2D sans prise en compte de porosité sera également mise en œuvre par le stagiaire. Cette étape permettra notamment de quantifier l'influence, sur le fonctionnement global de l'hydrosystème Vaccarès, des zones limitrophes des principaux étangs.

Références

- Boutron, O., Bertrand, O., Fiandrino, A., Höhener, P., Sandoz, A., Chérain, Y., Coulet, E., Chauvelon, P., 2015. An Unstructured Numerical Model to Study Wind-Driven Circulation Patterns in a Managed Coastal Mediterranean Wetland: The Vaccarès Lagoon System. *Water* 7, 5986–6016. <https://doi.org/10.3390/w7115986>
- Cornet, S., 2015. Modélisation de l'hydrosystème Vaccarès par une approche macroscopique. Rapport de stage de fin d'études Centrale Supélec, 30 pages.