

Etude hydrologique de l'étang de Bages-Sigean sur la période 2000-2010 - Synthèse des résultats

Les objectifs de l'étude sont les suivants :

- évaluer les changements sur la salinité de l'étang de Bages-Sigean qui seraient induits par différents scénarios de gestion : modification des échanges mer-étang ou/et modification des apports d'eau douce en provenance du canal de la Robine ;
- faire connaître ces résultats aux acteurs locaux afin d'aider à une prise de décision collective concernant les scénarios de gestion envisagés autour de cette lagune.

Pour étudier l'impact de scénarios de gestion sur la salinité de l'étang de Bages-Sigean, il a été décidé d'utiliser le modèle hydrodynamique MARS 3D, mis en place sur cette lagune dans le cadre du Réseau de Suivi Lagunaire. L'ensemble des données utilisées pour cette étude porte sur la période 2000-2010.

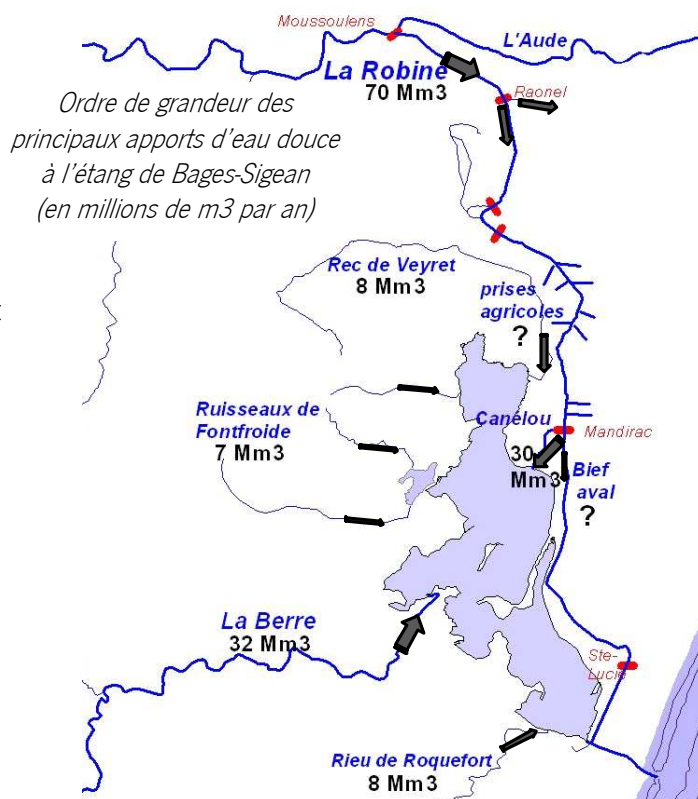
Des connaissances acquises sur le fonctionnement hydrologique actuel de l'étang (situation de référence)

➤ Les apports d'eau douce

Répartition

Les principaux apports d'eau douce à la lagune proviennent :

- d'une part du **bassin versant « naturel »**, c'est-à-dire drainé par plusieurs cours d'eau, dont le principal est la **Berre** (au centre de l'étang), mais aussi au sud de la lagune le **Rieu de Roquefort**, et au nord le **Rec de Veyret** et les **ruisseaux du massif de Fontfroide** (Mourel Redon, Valadou, Colombiers, etc ...) ;
- d'autre part du **canal de la Robine** qui se déverse dans la partie nord de l'étang par le Canélou (déversoir géré par VNF) et par une série de **prises d'eau agricoles**, dont les exutoires se situent entre le Rec de Veyret et le Canélou.



Une carence importante de données hydrologiques sur le bassin versant

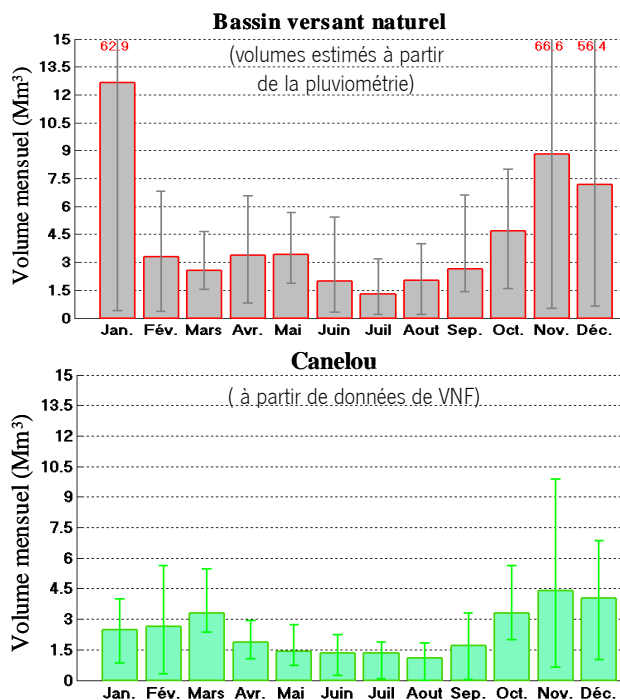
Globalement, il existe peu de données mesurées sur les volumes d'eau douce apportés par les différents cours d'eau autour de l'étang de Bages-Sigean, en particulier sur la Berre. Sur la période d'étude (2000-2010), **les volumes apportés par le bassin versant « naturel » ont donc été estimés à partir des données de pluviométrie** et de la surface du sous bassin versant drainé par chaque cours d'eau.

Pour le canal de la Robine, les données de débits transitant par le Canélou sont estimées à partir de mesures de hauteurs d'eau acquises par VNF. Ces mesures ne sont toutefois pas disponibles sur l'ensemble de la période de 10 ans. Par ailleurs, **aucune donnée n'est disponible sur les volumes prélevés pour l'agriculture** en amont de l'écluse de Mandirac **ainsi que sur les débits transitant par le bief aval de la Robine** et se déversant dans le grau de Port la Nouvelle. Seuls sont connus les volumes totaux prélevés sur l'Aude au niveau de l'écluse de Raonel.

La saisonnalité des apports d'eau douce

Les apports en eau douce par le **bassin versant « naturel »**, notamment celui de la Berre, sont directement corrélés aux pluies. Les périodes où les apports sont les plus importants sont **l'automne et l'hiver**.

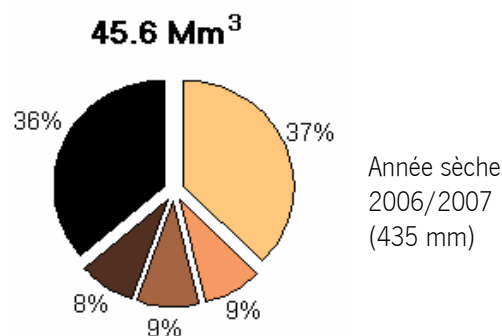
Les apports par le **Canal de la Robine** (Canérou et apports agricoles) ne suivent pas le même rythme. En effet, le fonctionnement de la Robine est **régulé artificiellement** pour les besoins de la navigation sur le canal et l'irrigation agricole de la basse-plaine narbonnaise. L'influence des pluies dans ce signal est difficilement identifiable. Par ailleurs, il a été démontré que les débits à la prise de l'Aude (qui alimente la Robine en amont de Narbonne) et les déversements dans la lagune (en aval de Narbonne) ne sont pas corrélés.



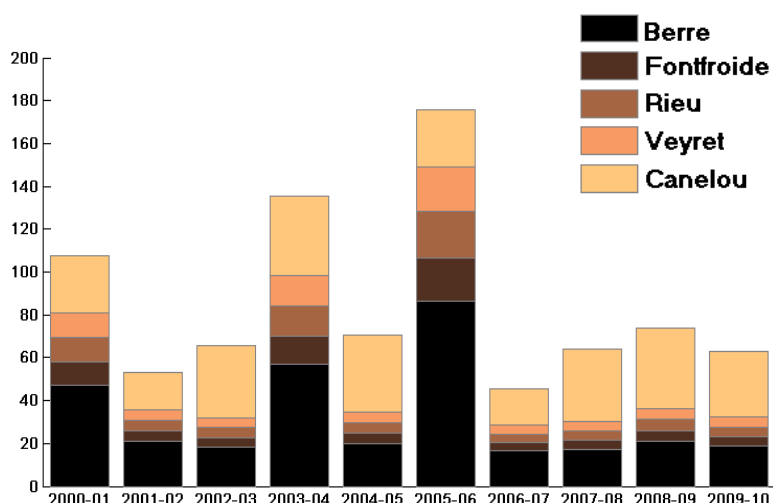
Saisonnalité des apports d'eau douce sur la période 2000-2010

La part des différentes sources dans les apports totaux en eau douce

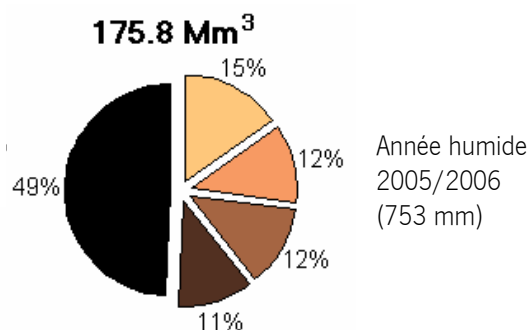
Les années « sèches » (env. 450 mm de pluie annuelle : 2000, 2002 et 2007 à 2010), les apports par le bassin versant « naturel » sont limités, de l'ordre de 30 à 35 Mm³. Au contraire, les années pluvieuses, la part du bassin versant « naturel » devient prépondérante. Certains épisodes de pluie intense peuvent apporter des volumes d'eau douce supérieurs au volume de l'étang (ex : hiver 2006 : 60 Mm³ en quelques jours). Les volumes d'eau douce apportés par la Robine via le Canérou sont au contraire assez constants, de l'ordre de 30 Mm³ en moyenne sur la période 2000-2010.



Part des apports en eau douce par les différents sous-bassins versant sur la période 2000-2010



Répartition annuelle des apports en eau douce par les différents sous-bassins versants sur la période 2000-2010



➤ Les échanges avec la mer

Les échanges de la lagune avec la mer sont bien connus. En effet, ils avaient été quantifiés dans le cadre d'une précédente étude de l'Ifremer basée sur des mesures réalisées par un courantomètre placé dans le grau de Port la Nouvelle pendant 18 mois entre novembre 2005 et mars 2007.



*Le grau de Port la Nouvelle
au sud de l'étang*

Les hauteurs d'eau

Ces mesures indiquent que le **niveau moyen** de l'eau dans le grau de Port La Nouvelle est de **+ 0,62 m** au dessus du zéro hydrographique. Sur la période 2005/2007, les **niveaux les plus hauts** ont été enregistrés lors de forts coups de mer à **+1,2 m** au dessus du zéro hydrographique.

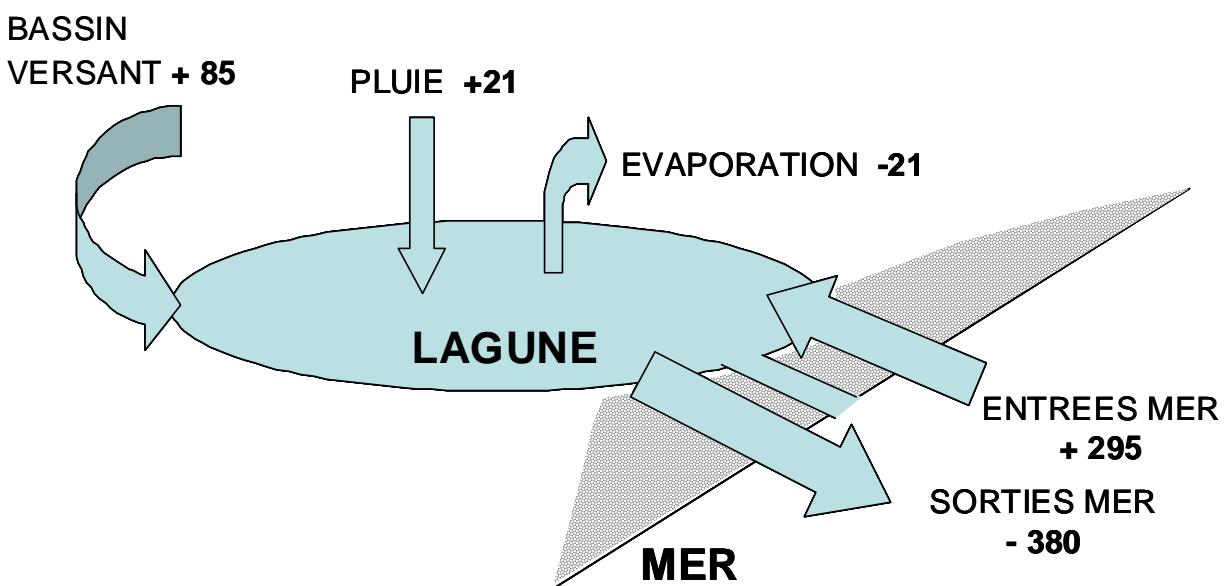
Au contraire, **les niveaux les plus bas** ont été mesurés à une période de forte pression atmosphérique (masse d'air froid avec fort coup de vent terrestre) à **+0,2 m**, soit un écart de 1m entre les niveaux les plus bas et les niveaux les plus hauts.

Les débits instantanés dans le grau (volumes entrants / sortants)

Sous différents régimes hydro-climatiques, **les débits journaliers entrants sont de l'ordre de 23 m³/s et les débits journaliers sortants autour de 29 m³/s**. Il a ainsi été démontré qu'il y a davantage d'eau qui sort de la lagune qu'il n'en rentre, que **la lagune de Bages-Sigean a tendance à exporter de l'eau**.

Les débits les plus forts ont été mesurés avec des valeurs de **300 m³/s** au cours de forts épisodes pluvieux (janvier 2006). Ces résultats ont montré qu'un événement pluvieux exceptionnel serait susceptible de renouveler la totalité du volume de l'étang. Au contraire, en été les échanges de l'étang avec la mer sont très réduits.

➤ Bilan hydrique de la lagune de Bages-Sigean

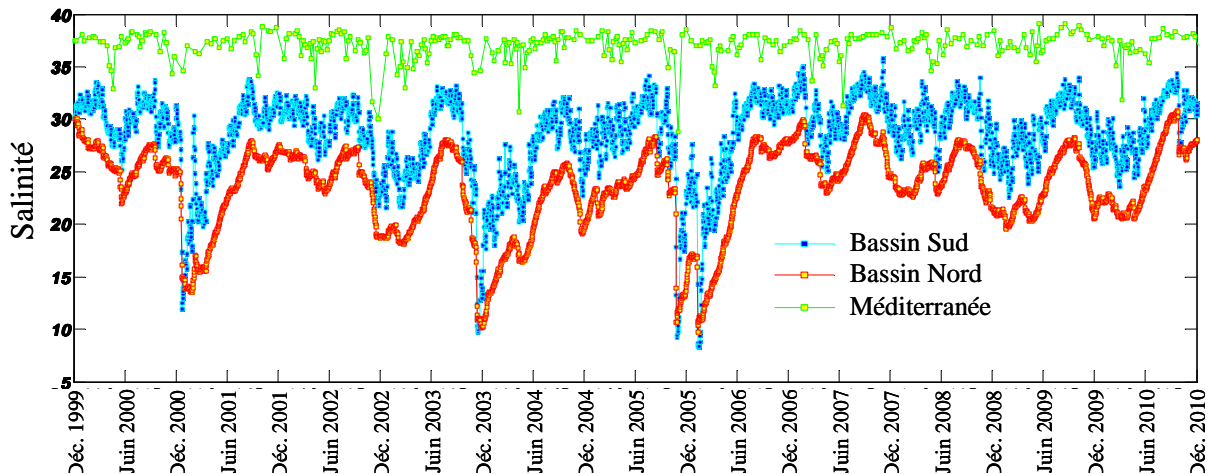


*Bilan moyen des entrées et sorties d'eau dans l'étang : en millions de m³ par an
(données : étude LOICZ / RSL en cours)*

➤ Les variations de salinité dans l'étang

Pour décrire les variations de salinité, la lagune avait été découpée au préalable en 4 secteurs, correspondant aux 4 bassins que dessine naturellement la forme sinueuse des rives de la lagune et des îles. Les résultats du modèle hydrodynamique indiquent qu'**il n'existe en réalité, en terme de salinité, que 2 zones relativement homogènes séparées par l'île de l'Aute** :

- un **grand bassin nord** couvrant l'ensemble de l'étang situé au nord de l'île de l'Aute
- et un **bassin sud** (bassin 1) dont la limite se situe entre les Oulous et l'île de l'Aute;



Evolution de la salinité dans l'étang de Bages-Sigean entre 2000 et 2010 (résultats du modèle MARS 3D)

Salinités moyennes 2000-2010

Sur la période 2000-2010, un **gradient très net de salinité** est mis en évidence dans l'étang de Bages-Sigean. Pour la situation de référence, les salinités du bassin sud sont systématiquement supérieures **d'environ 5 unités** à celle du grand bassin nord.

Sur la période 2000-2010, la salinité moyenne est évaluée à :

- dans le grand **bassin nord**, de l'ordre de **23,1** unités de salinité ;
- dans le **bassin sud** de la lagune, **une moyenne évaluée à 28,2**.

Ces valeurs de salinité indiquent que Bages-Sigean est une lagune plutôt marine, avec une **particularité qui la différencie d'autres lagunes** comme Thau et Leucate : dans Bages-Sigean, **la salinité est toujours inférieure à celle de la mer**, en particulier l'été, en raison de la quasi-permanence des apports d'eau douce de la Robine.

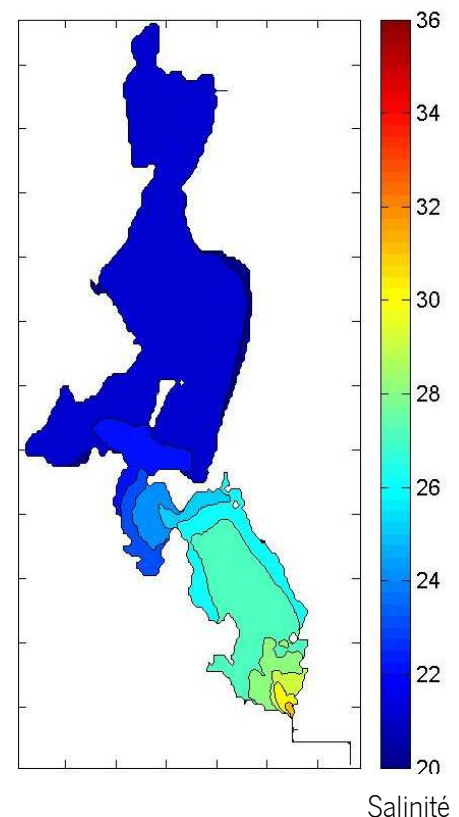
Variations saisonnières

Les salinités varient au cours de l'année :

- dans le grand **bassin nord**, l'amplitude des variations saisonnières est plus importante, avec une moyenne sur 10 ans de **21 unités en hiver** et de **26 unités en été** ;
- dans le **bassin sud**, la salinité moyenne varie entre **26 unités en hiver et 30 en été**.

Variations interannuelles

Pour ces 2 grandes zones lagunaires, les variations interannuelles de salinité sont assez similaires. La **variabilité entre les années est faible en été** (proche de 2 dans les 2 bassins), elle est **importante en hiver et au printemps** (proche de 12 unités dans le bassin nord et de 10 unités dans le bassin sud). Cette variabilité est essentiellement **liée aux différences de pluviométrie** d'une année sur l'autre.



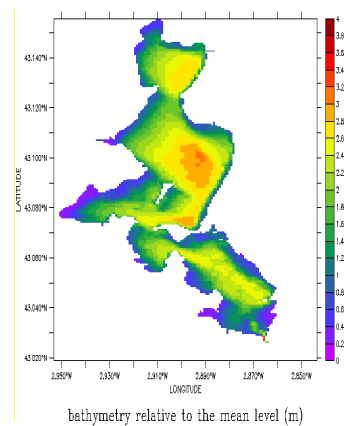
*Cartographie de la salinité moyenne sur la période 2000-2010 dans l'étang de Bages-Sigean / **Situation de référence** modélisée par MARS 3D*

Les résultats des simulations : impact des scénarios de gestion sur la salinité

Les calculs réalisés par le modèle hydrodynamique MARS 3D pour connaître les variations de salinité de l'étang de Bages-Sigean sont basés sur **une grille de 65 mètres** de résolution. Le pas de temps de calcul est de **20 secondes**. Un important travail technique a permis de **calibrer le modèle** avec les débits mesurés dans le grau de Port la Nouvelle sur la période 2005/2007. Ce travail a permis de vérifier la capacité du modèle à reproduire les échanges avec la mer.

A partir de la situation de référence décrite ci-dessus, **8 scénarios ont été simulés** sur la période 2000-2010 : 2 scénarios relatifs aux échanges mer-étangs dans le grau de Port la Nouvelle et 6 scénarios relatifs aux apports d'eau douce par le canal de la Robine.

Grille de calcul bathymétrique du modèle Mars 3D sur la lagune de Bages-Sigean



Scénarios d'aménagement du grau de Port la Nouvelle (de modification des échanges mer-étang)

Scénario 1 : la conservation (non enlèvement) du barrage à vannes sur la période 2004 - 2010. En effet, dans la situation de référence, l'enlèvement de ce barrage avait été intégré, avec une modification de la section d'échanges en 2004, passant de 54m² entre 2000 et 2003 à 59 m² entre 2004 et 2010. Pour ce premier scénario, la section d'échanges dans le grau est donc maintenue à 54 m² sur toute la période 2000-2010.

Scénario 2 : l'enlèvement des embâcles sous le pont de la voie ferrée : la section d'échanges est augmentée de 59 à 100 m² entre 2004 et 2010.

Scénarios de gestion du canal de la Robine

Scénario 3 : la coupure totale des apports du Canal de la Robine par le Canérou ;

Scénario 4 : La coupure des apports estivaux d'eau douce par le Canérou ;

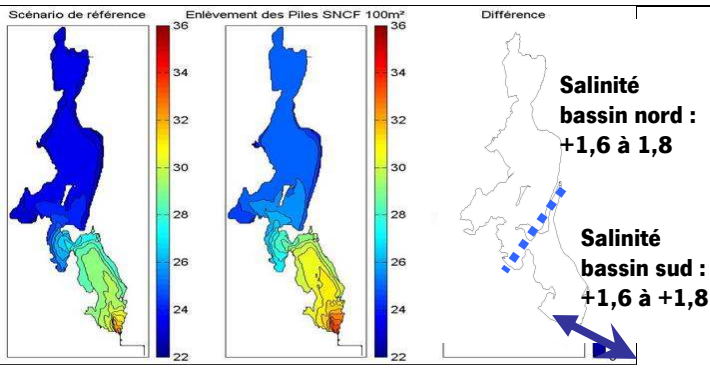
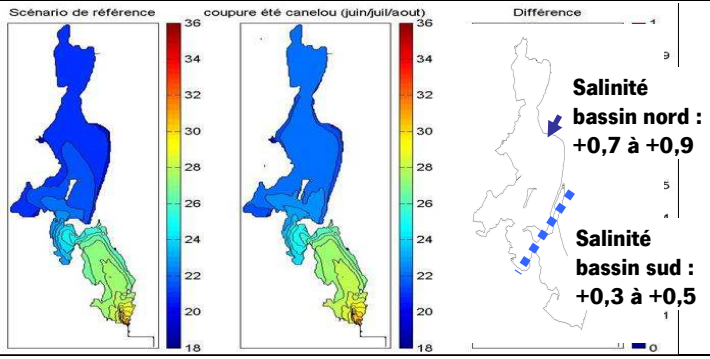
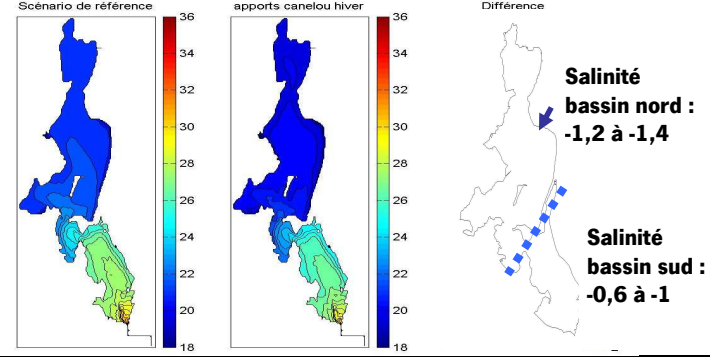
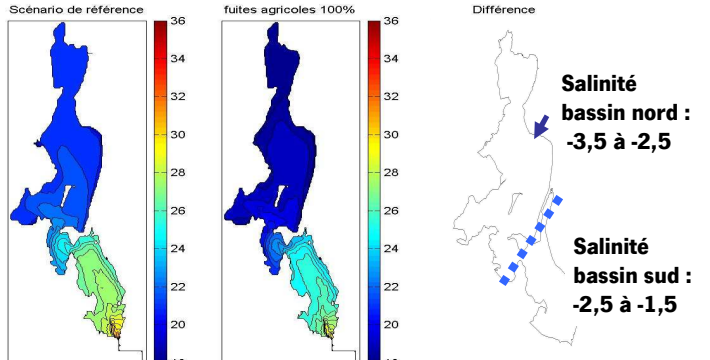
Scénario 5 : l'augmentation des apports d'eau douce du Canérou à 2.5 m³/s, correspondant à la marge de manœuvre dont semble disposer VNF l'hiver ;

Scénarii 6 et 7 : l'ajout d'apports d'eau douce d'origine agricole en rive droite de la Robine, en amont du Canérou. Les volumes de ces prises d'eau agricoles ont été estimés à hauteur de 15 Mm³ sur l'année. On ne connaît pas la part de ces prises d'eau qui arrive effectivement à l'étang. Les deux scénarios correspondent donc à deux hypothèses : 50% de ces volumes utilisés pour l'agriculture arrivent à l'étang / 100% arrivent à l'étang. A noter que ces apports d'origine agricole semblent importants d'avril à septembre, ce qui est l'inverse de la saisonnalité des apports du bassin versant naturel.

Scénario 8 : augmentation des débits du Canérou à 8m³/s, correspondant à une situation « historique ». En effet, d'après les informations données par VNF, plusieurs moulins existaient sur la Robine jusque dans les années 70. Pour alimenter ces moulins, un débit d'environ 8m³/s était nécessaire. Ces gros volumes d'eau s'écoulaient majoritairement dans la lagune. L'idée est de voir si l'on retrouve avec cette simulation les salinités mesurées dans l'étang de Bages-Sigean à cette période.

Fiabilité et limites du modèle

- les échanges avec la mer sont bien reproduits par le modèle ;
- les apports d'eau douce sont surestimés, essentiellement pour le bassin versant naturel dont les débits ont été estimés à partir des pluies;
- Par conséquent, les salinités sont modérément mais systématiquement sous-estimées;
- Par contre, les variations de salinité saisonnières et interannuelles sont bien représentées;
- Cette incertitude ne modifie pas l'analyse des résultats puisque les apports par le bassin versant sont repris à l'identique dans tous les scénarios.

Simulation	Valeurs moyennes de la salinité 2000-2010	Effet saisonnier et inter annuel
Situation de référence	Bassin nord : 23,5 unités de salinité Bassin sud : 28,4 unités de salinité Gradient nord-sud de salinité de l'ordre de 5 unités	Bassin nord : 21 en hiver / 26 en été Bassin sud : 26 en hiver / 30 en été
SCENARIO1 Conservation barrage vannes	Bassin nord : -0.6 à -0.8 unité de salinité Bassin sud : -0.8 à -1 unité de salinité	Effet observé dès la 1ère année de mise en place de l'ouvrage. Changement constant au cours de l'année et au cours de la période.
SCENARIO 2 Enlèvement des piles de pont SNCF (100m²)	 <p>Salinité bassin nord : +1,6 à 1,8 Salinité bassin sud : +1,6 à +1,8</p>	Effet observé dès la 1ère année de mise en place de l'ouvrage. Effet légèrement plus prononcé en été (mars-septembre) qu'en hiver.
SCENARIO 3 Coupure totale du Canélou	Bassin nord : +4.5 à +5 unités de salinité Bassin sud : +2 à +3 unités de salinité Diminution du gradient de salinité nord/sud	Baisse de moitié des amplitudes saisonnières Les saisons sont « cassées »
SCENARIO 4 Coupure du Canélou estivale	 <p>Salinité bassin nord : +0,7 à +0,9 Salinité bassin sud : +0,3 à +0,5</p>	Augmentation des amplitudes saisonnières La salinité augmente plus en été (+3) qu'en hiver(+0,5)
SCENARIO 5 Apports du Canélou en hiver (2.5 m³/s 3 mois)	 <p>Salinité bassin nord : -1,2 à -1,4 Salinité bassin sud : -0,6 à -1</p>	Augmentation des amplitudes saisonnières La salinité chute davantage en hiver qu'en été Les saisons sont « plus marquées »
SCENARIO 6 100 %apports agricoles	 <p>Salinité bassin nord : -3,5 à -2,5 Salinité bassin sud : -2,5 à -1,5</p>	Baisse des amplitudes saisonnières ; Le gradient de salinité nord/sud est plus marqué, surtout en été (apports d'eau douce dans le bassin nord)
SCENARIO 7 : 50% apports agricoles	Bassin nord : -2 à -1 unités de salinité Bassin sud : -0.5 à -1 unité de salinité	Baisse des amplitudes saisonnières
SCENARIO 8 Canélou 8 m³/s	Bassin nord : -15 à -18 unités de salinité Bassin sud : -12 à -15 unités de salinité	

Récapitulatif de l'effet sur la salinité par secteur lagunaire, entre la situation de référence et l'ensemble des scénarii étudiés.