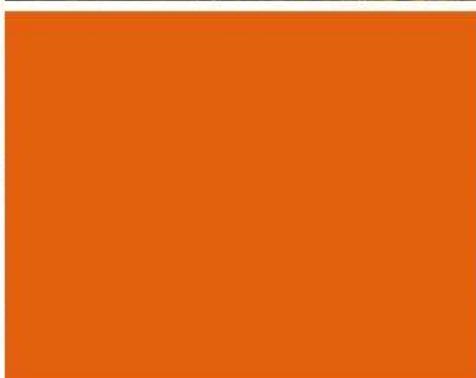


CC ILE DE NOIRMOUTIER - COMMUNE DE NOIRMOUTIER EN L'ILE

**MAITRISE D'OEUVRE POUR LA REALISATION DU PROGRAMME
DE SECURISATION DES ETIERS DE L'ILE DE NOIRMOUTIER
AVANT-PROJET**

ETUDE HYDRAULIQUE



Emetteur Arcadis
Agence de NANTES
17 Place Magellan
Le Ponant 2 - Zone Atlantis
BP 10121
44817 St Herblain Cedex
Tél. : +33 (0)2 40 92 19 36
Fax : +33 (0)2 40 92 76 20

Réf affaire Emetteur
Chef de Projet Bruno VASSEUR
Auteur principal Ronan CREED
Nombre total de pages 14

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
A	11/04/2017	Première diffusion	R. CREED	G. ANGUIL	B. HARPIN
B	03/05/2017	Prise en compte des remarques sur la version A	R. CREED	G. ANGUIL	B. HARPIN

Il est de la responsabilité du destinataire de ce document de détruire l'édition périmée ou de l'annoter « Edition périmée ».
Document protégé, propriété exclusive d'ARCADIS ESG.
Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

TABLE DES MATIERES

1 PREAMBULE	4
2 DONNEES D'ENTREE	4
3 MODELISATION HYDRAULIQUE	4
3.1 Topographie de l'étier	4
3.2 Construction du modèle hydraulique	6
3.3 Exploitation	7
4 IMPACT DU PROJET	9
4.1 Sur la ligne d'eau	9
4.2 Sur les vitesses	11
4.3 Sur les débits	11
4.4 Sur les volumes	12
5 CONCLUSION	13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des ouvrages modélisés	6
Tableau 2 : Pertes de charge engendrées pour chaque ouvrages – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011	10
Tableau 3 : Vitesses au droit de chaque ouvrages – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011	11
Tableau 4 : Débits max au droit des ouvrages – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011	11
Tableau 5 : Volume max au droit de l'écluse de l'Arceau – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011	12

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des profils topographiques de l'Etier de l'Arceau et des ouvrages– Hors échelle	5
Figure 2 : Vue globale de la simulation Info Works RS de l'Etier de l'Arceau	6
Figure 5 : Test de sensibilité – Profil en long des lignes d'eaux calculées – Marée du 18/03/2011	7
Figure 3 : Marégramme du 18/03/2011 – Coefficient de marée 88	8
Figure 4 : Marégramme du 19/03/2011 – Coefficient de marée 110	8
Figure 5 : Profil en long des lignes d'eaux calculées – Marée du 18/03/2011	9
Figure 6 : Profil en long des lignes d'eaux calculées – Marée du 19/03/2011	10
Figure 7 : Localisation des trois étiers	14

1 PREAMBULE

Le groupement ARCADIS PHYTO LAB est missionné par la Communauté de Communes de l'île de Noirmoutier et la commune de Noirmoutier-en-l'île pour assurer la Maîtrise d'œuvre pour la réalisation du programme de sécurisation des étiers du Moulin, de l'Arceau et des Coëfs de l'île de Noirmoutier.

Dans le cadre de la mission d'avant-projet (AVP), une première étape de réalisation d'une pré-étude de positionnement des portes a été proposée. Cette pré-étude a pour objectif de déterminer la position définitive des portes parmi les possibilités restant à l'issue de l'étude de programmation ; le choix définitif du positionnement de chaque porte devant être effectué par le maître d'ouvrage sur la base de l'analyse multicritères.

Suite à la présentation de la note de cadrage de cette analyse multicritère, le Maître d'Ouvrage et l'assistant au Maître d'Ouvrage ont demandé au Maître d'œuvre de réaliser une étude hydraulique qui permettra de compléter les études de Egis et de comparer les impacts hydrauliques suivant les positions envisagées des ouvrages au sein d'un même étier.

Cette étude, centrée sur une modélisation hydraulique de l'étier de l'Arceau, a donc pour objectif de déterminer l'incidence de la mise en place d'une porte à marée (deux localisations envisagées) sur le remplissage de l'étier (débits, ligne d'eau, volume de remplissage).

2 DONNEES D'ENTREE

Les documents utilisés pour l'élaboration de la modélisation et du présent document sont les suivants :

- MNT (Modèle Numérique de Terrain) de l'étier de l'Arceau ;
- Etude de faisabilité de la sécurisation des étiers des Coëfs et de l'Arceau et du port de Noirmoutier – Mai 2014 – Egis Port.

3 MODELISATION HYDRAULIQUE

3.1 Topographie de l'étier

Afin de disposer d'un état initial précis du réseau hydraulique de l'Etier de l'Arceau, en vue de la modélisation, les données suivantes ont été extraites du MNT :

- 29 profils en travers de cours d'eau (lit mineur et lit majeur) : un tous les 100 mètres environ ;
- 1 profil en long de l'étier ;
- 2 ouvrages hydrauliques (ouvrage de franchissement de la RD 948 et écluse de l'Arceau).

Ces levés sont identifiés sur la page suivante :

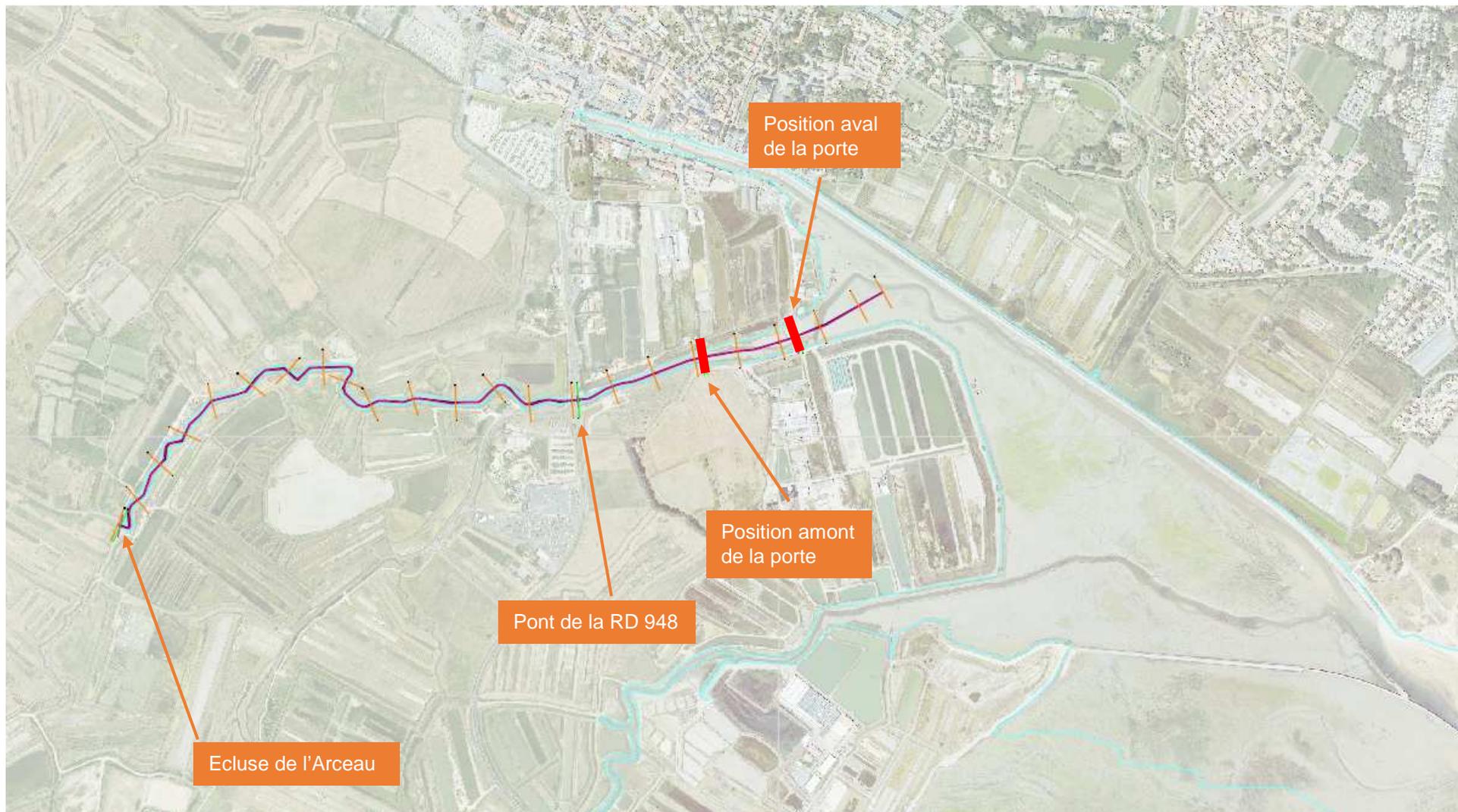


Figure 1 : Localisation des profils topographiques de l'Etier de l'Arceau et des ouvrages– Hors échelle

3.2 Construction du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique construit est un **modèle filaire**, qui représente les lits mineur et majeur sur le secteur d'étude.

Les modélisations sont réalisées avec le logiciel Infoworks RS, développé par la société Innowyze. Le module mis en œuvre résout les équations complètes de Barré de Saint Venant, en régime permanent ou transitoire, en réseau filaire, ramifié ou maillé.

Au-delà de la résolution des équations monodimensionnelles de Barré de Saint Venant, Infoworks RS dispose d'une gamme importante de structures hydrauliques, et notamment une large bibliothèque de lois de singularité hydraulique (lois de seuil, d'orifice, pertes de charge dues à des franchissements).

Les ouvrages modélisés sont les suivants :

- L'écluse de l'Arceau (état actuel et état projet) ;
- Le pont de la RD 948 (état actuel et état projet) ;
- La porte (état projet : position amont ou aval).

Leurs caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Nom de l'ouvrage	Largeur (cm)	Hauteur (cm)
Ecluse de l'Arceau	200	240
Pont de la RD 948	300	350
Porte à marée	600	350

Tableau 1 : Caractéristiques des ouvrages modélisés

Le modèle est construit à partir des éléments de topographie précédemment cités. Il s'étend, sur 2 km, depuis l'amont de l'écluse de l'Arceau, à l'aval l'étier de l'Arceau.

Le synoptique du modèle réalisé est présentée ci-après :

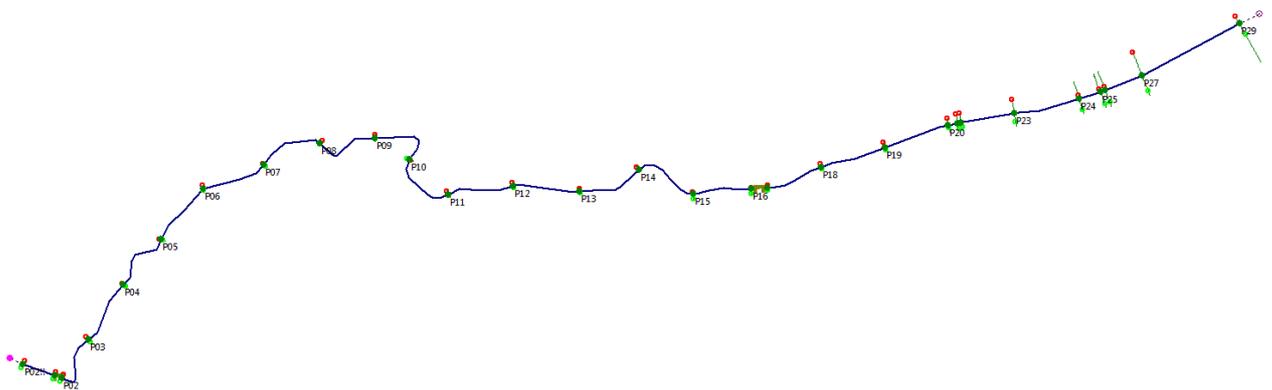


Figure 2 : Vue globale de la simulation Info Works RS de l'Etier de l'Arceau

La condition aval qui a été retenue est une condition normale (loi hauteur / débit calculée par la formule de Manning Strickler). Un test de sensibilité est effectué ci-dessous pour permettre d'évaluer l'influence de ce paramètre sur la modélisation.

Test de sensibilité

Afin de tester l'influence de la condition aval sur les niveaux d'eau, une rehausse du niveau aval de 20 cm a été simulée.

Les profils en long sans porte avec la condition aval normale et condition aval rehaussée de 20cm sont présentés ci-dessous :

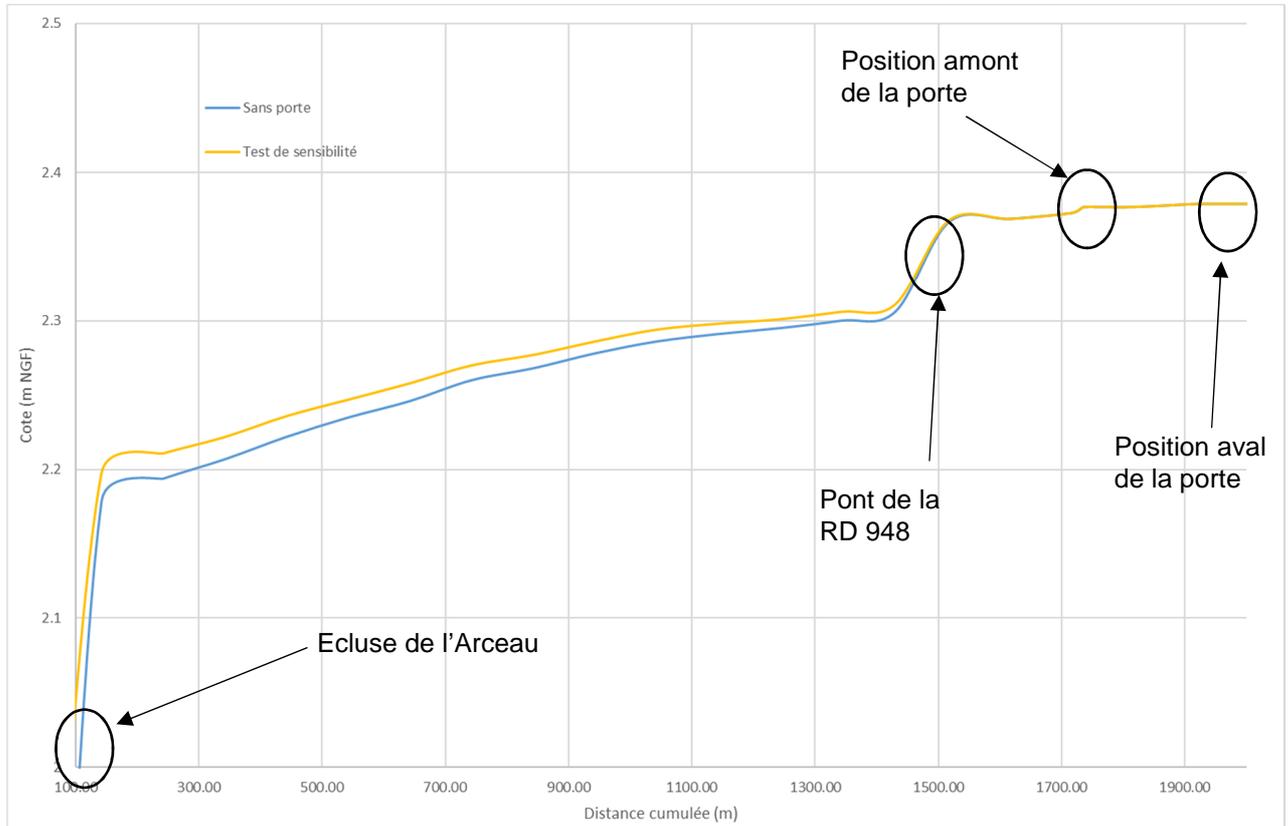


Figure 3 : Test de sensibilité – Profil en long des lignes d’eaux calculées – Marée du 18/03/2011

Le test de sensibilité réalisé permet de montrer que l'influence de la condition aval est nulle sur la ligne d'eau au droit des deux localisations envisagées pour la porte à marée. En effet, les 20cm de rehausse présent à l'amont de l'écluse sont lissés le long de l'étier et entièrement compensés au niveau du pont de la RD 948.

3.3 Exploitation

Le paramètre de rugosité (coefficient de Strickler) retenu est de 45 pour l'ensemble de l'étier.

Conformément à l'étude d'Egis Port¹, les marées retenues pour la simulation sont les marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011 respectivement de coefficients 88 et 110.

¹ Etude de faisabilité de la sécurisation des étiers des Coëfs et de l'Arceau et du port de Noirmoutier – Mai 2014 – Egis Port

Leurs marégrammes sont donnés ci-dessous :

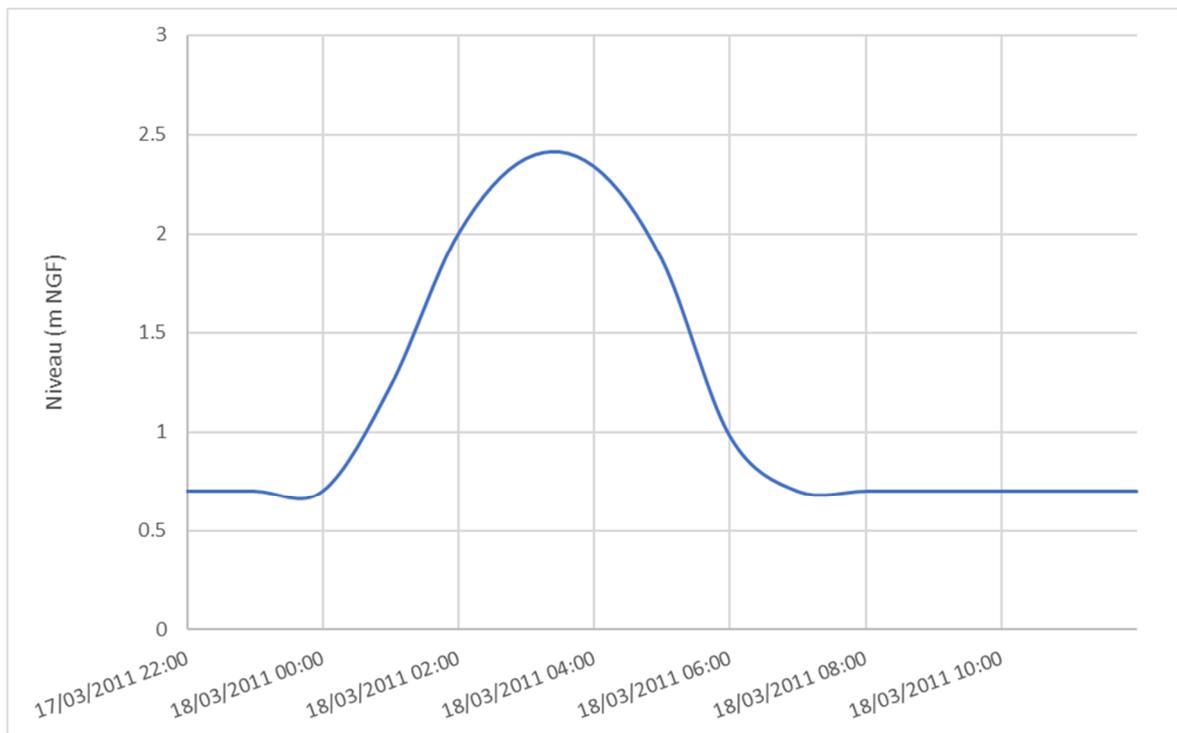


Figure 4 : Marégramme du 18/03/2011 – Coefficient de marée 88

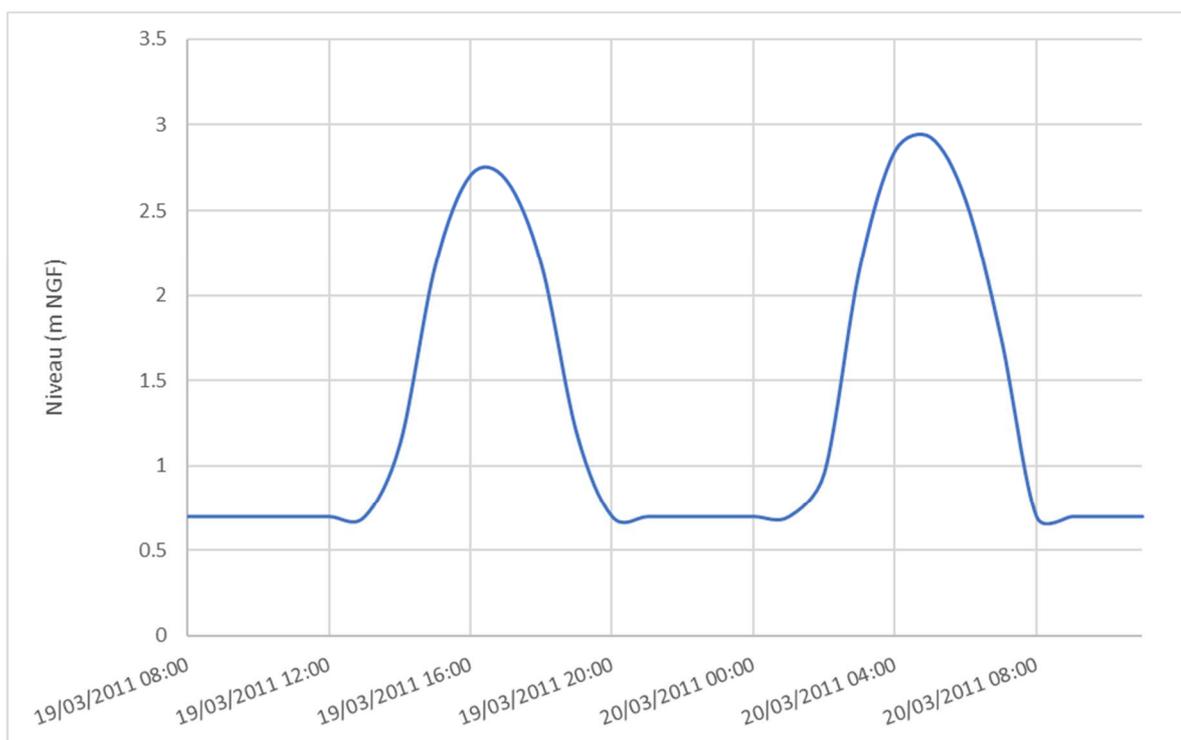


Figure 5 : Marégramme du 19/03/2011 – Coefficient de marée 110

Le modèle construit a été exploité pour :

- Calculer les lignes d'eau ;
- Déterminer les pertes de charges des ouvrages hydrauliques ;
- Déterminer l'impact de la porte à marée en fonction de son positionnement, sur les débits, les vitesses et les volumes de remplissage notamment.

4 IMPACT DU PROJET

4.1 Sur la ligne d'eau

Le profil en long des lignes d'eau calculées pour les deux marées sont présentés ci-dessous :

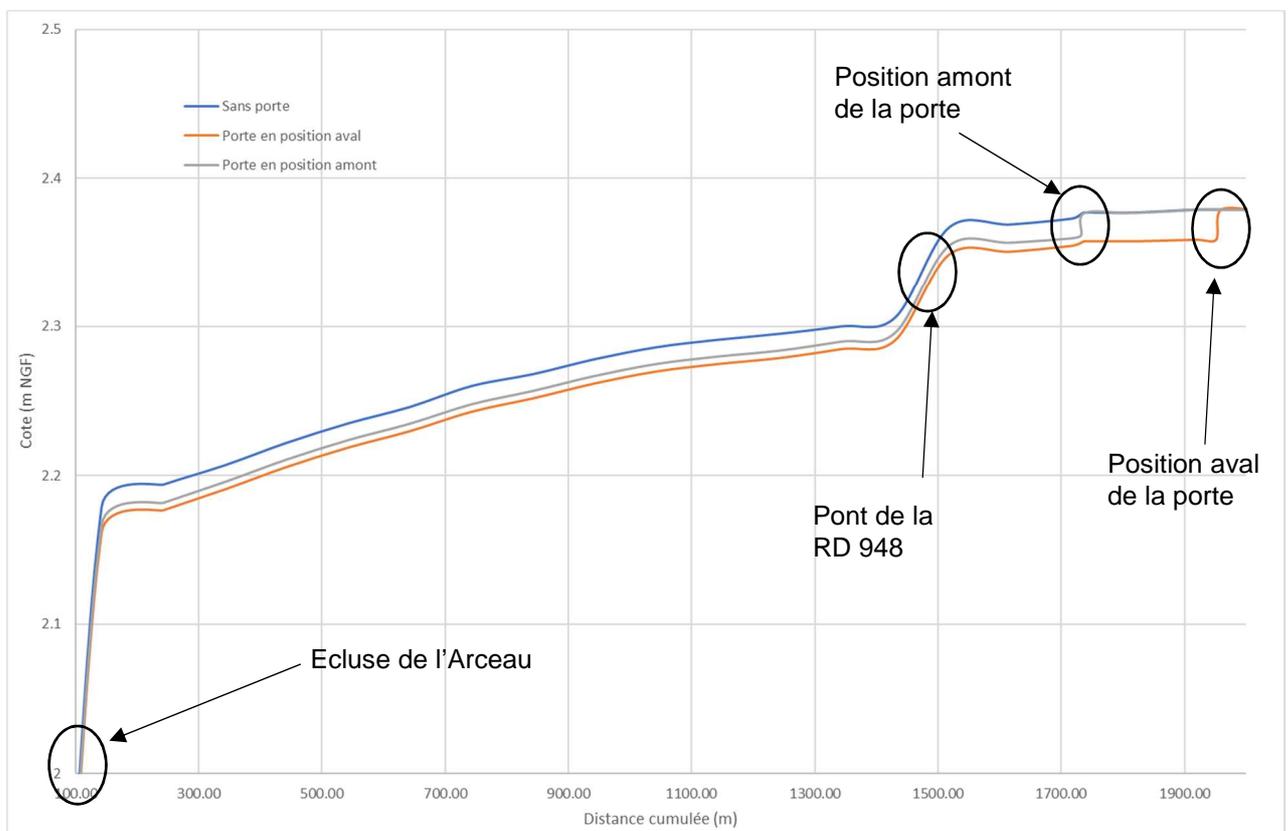


Figure 6 : Profil en long des lignes d'eaux calculées – Marée du 18/03/2011

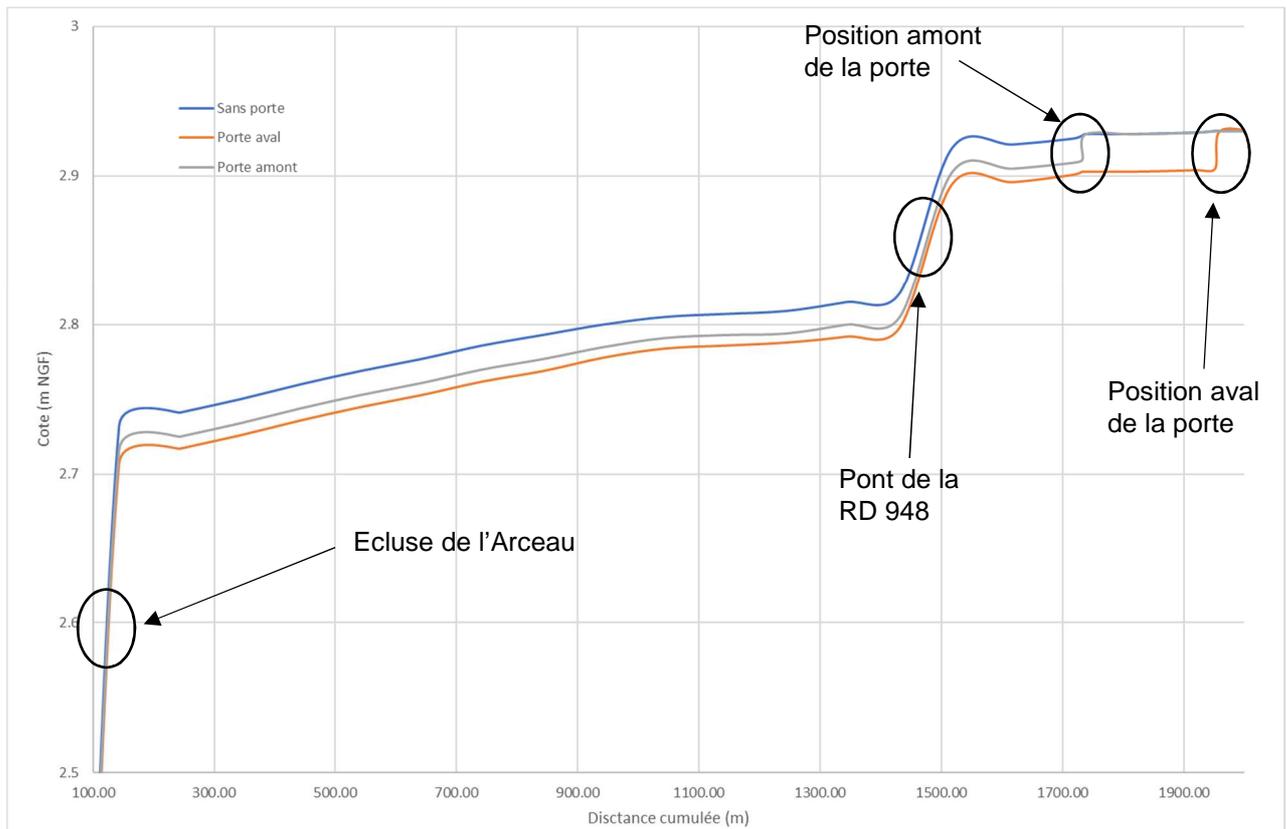


Figure 7 : Profil en long des lignes d'eaux calculées – Marée du 19/03/2011

Les pertes de charge engendrées par l'ensemble des ouvrages (pont de la RD 948, porte à marée en position amont et porte à marée en position aval) sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Pertes de charge (cm)	Aménagement	Marée du 18/03/2011	Marée du 19/03/2011
Pont de la RD 948	Sans aménagement	6	10
	Porte à marée position aval	6	10
	Porte à marée position amont	6	10
Porte à marée position aval		1	2
Porte à marée position amont		2	3

Tableau 2 : Pertes de charge engendrées pour chaque ouvrages – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011

Le tableau précédent permet de mettre en avant le faible impact sur la ligne d'eau des ouvrages pour les deux positions envisagées. En effet, la porte à marée en position aval génère une perte de charge maximum de 2 cm et en position amont une perte de charge maximum de seulement 3 cm. La perte de charge engendrée par la mise en place des portes, et donc l'impact sur la ligne d'eau, est plus faible que l'impact de l'ouvrage existant au niveau du Pont de la RD948.

L'augmentation de la mise en charge de manière plus importante au niveau de la porte à marée en position amont peut être expliquée par une reconcentration des écoulements plus importants que dans le cas de la position aval. En effet, la mise en place de la porte diminue la largeur du lit

mineur de l'étier de 2.5 m, passant de 8.5 m à 6 m dans le cas de la position amont, alors qu'elle diminue la largeur du lit mineur de 5 m (passant de 11 m à 6 m) dans le cas de la position aval.

4.2 Sur les vitesses

Les vitesses au droit de chaque ouvrages (écluse de l'Arceau, pont de la RD 948, porte à marée en position amont et porte à marée en position aval) sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Vitesse (m/s)	Aménagement	Marée du 18/03/2011	Marée du 19/03/2011
Ecluse de l'Arceau	Sans aménagement	0.56	0.56
	Porte à marée position aval	0.56	0.56
	Porte à marée position amont	0.56	0.56
Pont de la RD 948	Sans aménagement	0.39	0.46
	Porte à marée position aval	0.39	0.45
	Porte à marée position amont	0.39	0.46
Porte à marée position aval	Sans aménagement	0.12	0.17
	Avec aménagement	0.14	0.21
Porte à marée position amont	Sans aménagement	0.22	0.27
	Avec aménagement	0.23	0.28

Tableau 3 : Vitesses au droit de chaque ouvrages – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011

Au vu des résultats présentés dans le tableau précédent, il apparaît que la mise en place d'une porte à marée n'a pas d'impact sur les vitesses au droit des ouvrages existants (écluse de l'Arceau et pont de la RD 948).

Les vitesses maximales au niveau des portes (position amont et position aval) restent quant à elles relativement faibles. Les écarts entre état actuel et état aménagés sont peu significatifs.

4.3 Sur les débits

Les débits maximums aux droits des ouvrages sont donnés dans le tableau suivant :

Débits (m ³ /s)	max	Aménagement	Marée du 18/03/2011	Différence %	Marée du 19/03/2011	Différence %
Ecluse de l'Arceau		Sans aménagement	4.7		7.0	
		Porte à marée position aval	4.6	1.5%	6.9	1.6%
		Porte à marée position amont	4.6	0.9%	6.9	1.0%

Tableau 4 : Débits max au droit des ouvrages – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011

L'impact de la mise en place des portes est faible sur les débits transitant dans l'étier au niveau de l'écluse de l'Arceau (différence de débit de 1 à 2%), quelle que soit la marée considérée et quelle que soit la position de la porte.

4.4 Sur les volumes

Les volumes cumulés aux droits de l'écluse de l'Arceau sont donnés dans le tableau suivant :

Volume max (m ³)	Aménagement	Marée du 18/03/2011	Différence	Marée du 19/03/2011	Différence (%)
Ecluse de l'Arceau	Sans aménagement	55 300		159 900	
	Porte à marée position aval	54 400	2 %	156 600	2 %
	Porte à marée position amont	54 800	1 %	158 200	1 %

Tableau 5 : Volume max au droit de l'écluse de l'Arceau – Marées du 18/03/2011 et du 19/03/2011

Pour une mise en place de la porte à marée en position aval, l'impact sur le volume de remplissage de l'étier est de l'ordre de 2% pour les deux marées simulées.

Pour une mise en place de la porte à marée en position amont, l'impact sur le volume de remplissage de l'étier est de l'ordre de 1% pour les deux marées simulées.

L'emplacement de la porte à marée n'a que peu d'impact sur les volumes de remplissages de l'étier (de l'ordre de 1 % d'écart entre les 2 positions) autant pour une marée de coefficient 88 (marée du 18/03/2011) que pour une marée de coefficient 110 (marée du 19/03/2011).

L'impact des 2 solutions d'aménagements (position amont et aval de la porte) sur les volumes ne devraient pas perturber de manière significative les usages locaux de l'eau (saliculture, conchyliculture).

5 CONCLUSION

L'impact de la mise en place d'une porte à marée sur l'étier de l'Arceau est le suivant :

- Impact faible sur la ligne d'eau (de l'ordre de 2 cm) ;
- Impact faible le débit (de l'ordre de 1 à 2%) ;
- Impact faible sur le volume de remplissage (de l'ordre de 1 à 2%).

En ce qui concerne la position de la porte, entre les deux positions envisagées, il s'avère que la position aval est légèrement plus pénalisante, notamment en termes d'impact sur le volume de remplissage (diminution de 2% du volume total à l'état actuel contre 1% pour la position amont). Néanmoins, dans les deux cas, l'impact est négligeable et ne devrait pas à avoir d'incidence sur les usages.

L'impact maximal de la mise en place de la porte à marée sur les volumes de remplissage est estimé à -10% par l'étude d'Egis. Cet impact est calculé selon trois hypothèses (basse, moyenne, haute) sans explication précise sur la façon de calculer les volumes.

La différence avec les conclusions de l'étude actuelle peut également s'expliquer pas les différences entre les modélisations réalisées :

Etude :	Egis	Arcadis
Type de modèle	2D	1D
Modélisation de casier	Oui	Non
Fonctionnement de la porte	Fonctionnement réel	Porte fixe

Les vitesses maximales attendues au niveau des portes (hors période de crue) sont les suivantes :

- Position aval : 0.21 m/s ;
- Position amont : 0.28 m/s.

Il est prévu d'installer des portes à marées sur l'étier du l'Arceau mais aussi sur les deux étiers voisins : l'étier du Moulin et l'étier des Coëfs.

Etant donné la similarité de configuration entre ces trois étiers, identifiés sur la figure ci-dessous, les conclusions de la modélisation de la position de la porte à marée sur l'étier de l'Arceau peuvent être étendues aux autres étiers, à savoir :

- Impact négligeable sur les lignes d'eau ;
- Impact négligeable sur les débits ;
- Impact négligeable sur les volumes de remplissage des étiers ;
- Impact négligeable de la position de la porte.



Figure 8 : Localisation des trois étiers