

Rivages inconstants : Interactions homme environnement. Du havre de Brouage à la baie de Marennes-Oléron (Apports des archives sédimentaires et historiques)

Eric Chaumillon⁽¹⁾, Xavier Bertin⁽¹⁾, Clément Poirier⁽¹⁾ et Thierry Sauzeau⁽²⁾

(1) Littoral Environnement Sociétés, Université de La Rochelle, CNRS

(2) Groupe d'études et de Recherches Historiques du Centre-Ouest atlantique, Université de Poitiers, EA 4270.

The poster features a large satellite-style map of the Atlantic coast of Europe on the left, with a color scale from blue (sea level) to red (high elevation). A text box at the bottom of this map reads: **COLLOQUE INTERNATIONAL**, 18-19-20 novembre 2010, Rochefort - Brouage - La Rochelle. To the right, there are three smaller images: a map of Europe with arrows indicating coastal erosion, a historical illustration of a ship titled 'LE NAVIRE LE BON PÈRE. EX VOTO. CAPITAINE KNELL JEUNE. 1799.', and a historical map of a coastal area. The bottom of the poster contains contact information and logos of participating organizations.

**LES LITTORAUX
A L'HEURE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

COLLOQUE INTERNATIONAL
18-19-20 novembre 2010
Rochefort - Brouage - La Rochelle

Rochefort - Corderie Royale - CIM
Brouage - La Halle aux Vivres
La Rochelle - Université - Flash Amphi 250

Contacts :
echaumil@univ-lr.fr
egarnier.cea-cnrs@orange.fr
maugeron@univ-lr.fr

Logos: Communauté d'Agglomération de La Rochelle, la Charente Maritime CONSEIL GÉNÉRAL, Poitou Charentes la démocratie participative, CNRS, CRHQ, FR EDD, LIENS Littoral Environnement et Sociétés, Université de Caen Basse-Normandie, La Rochelle Université.

Rivages inconstants : Interactions homme environnement. Du havre de Brouage à la baie de Marennes-Oléron (Apports des archives sédimentaires et historiques)

Eric Chaumillon⁽¹⁾, Xavier Bertin⁽¹⁾, Clément Poirier⁽¹⁾ et Thierry Sauzeau⁽²⁾

(3) Littoral Environnement Sociétés, Université de La Rochelle, CNRS

(4) Groupe d'études et de Recherches Historiques du Centre-Ouest atlantique, Université de Poitiers, EA 4270.

Introduction et Présentation générale -

Le marais de Brouage et la Baie de Marennes-Oléron (BMO) se situent au milieu de la façade Atlantique Française, au niveau de la transition entre les littoraux rocheux et découpés de la Vendée et ceux rectilignes et sableux de la côte Aquitaine. La largeur du plateau continental au large est de l'ordre de 130 km (Figure 1). La morphologie du littoral Charentais est dominée par la présence de deux îles principales, Ré et Oléron, séparées par des bras de mer localement appelés « pertuis » et correspondant à des segments de vallée incisée (Chaumillon et Weber, 2006). Les marais qui constituent les plaines côtières s'étendant à l'Est et au Sud-Est de la BMO sont comblés par des sédiments meubles, argileux (plus de 50 %) et calcaires (autour de 15 %) comprenant des niveaux intercalés de tourbe et de sable très fins. Ces sédiments meubles d'origine fluvio-marine sont localement appelés « bri » ou « argiles à scrobiculaires » (Bourgueil et Moreau, 1974, Figure 2 et 3). Les datations sur des coquilles prélevées dans des forages des marais de Rochefort comme les données archéologiques permettent d'attester que l'ensemble de ces formations est d'âge Holocène (voir synthèse dans Weber *et al.*, 2004).

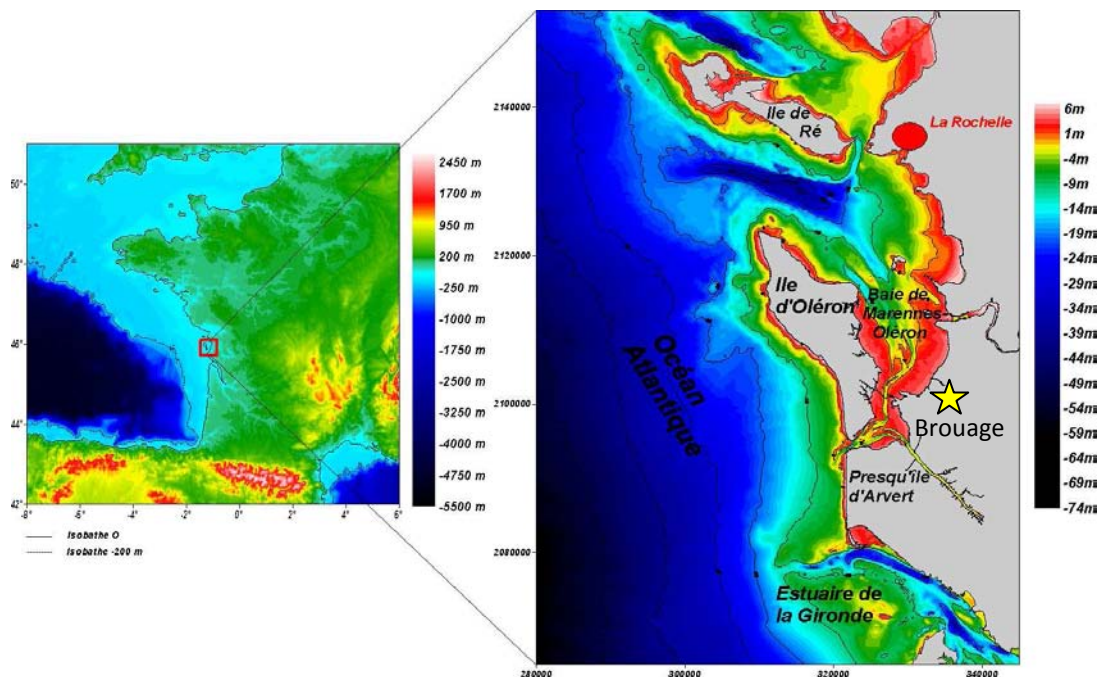


Figure 1 – (a) Cartes bathymétrique et topographique montrant la localisation de la Baie de Marennes-Oléron et du marais de Brouage à l'échelle du Golfe de Gascogne. (b) Carte bathymétrique de la Baie de Marennes-Oléron des zones littorales proches (d'après Bertin, 2005).

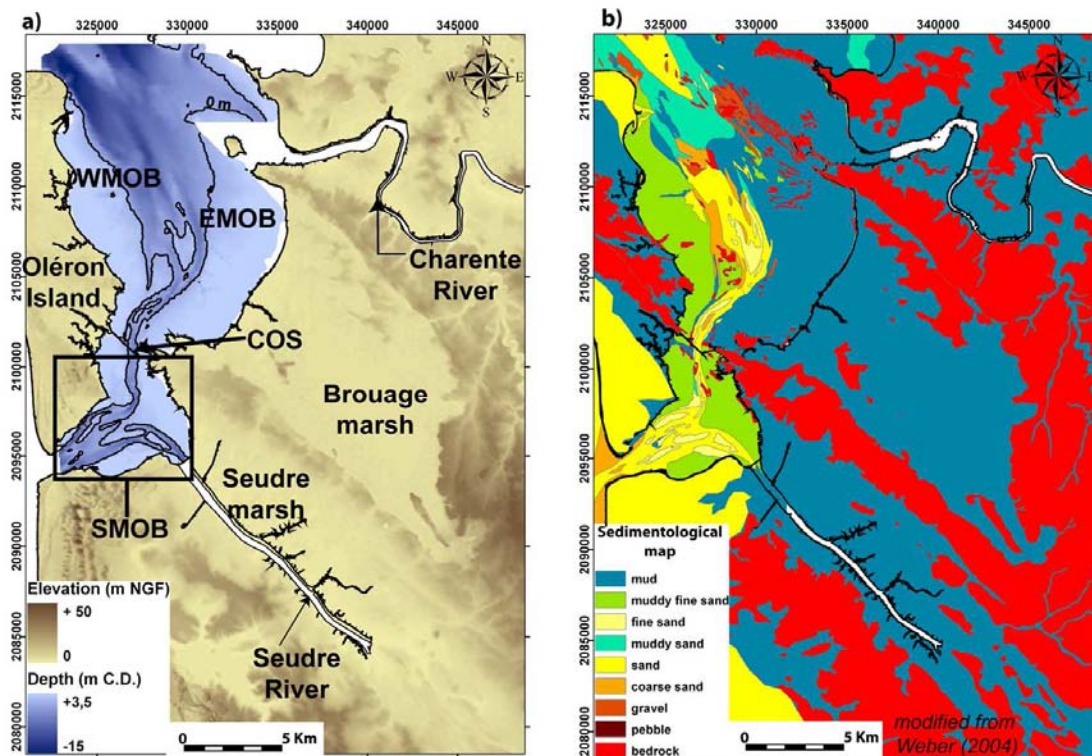


Figure 2 – (a) Cartes bathymétrique et topographique de la Baie de Marennes-Oléron (BMO) et du marais de Brouage (Brouage Marsh). SMOB= partie sud de la BMO, COS= Coureau d'Oléron, WMOB= partie ouest de la BMO, EMOB= partie est de la BMO. (b) Carte sédimentologique et géologique simplifiée montrant la diversité des fonds de la BMO, le comblement vaseux (Bri) du marais de Brouage et les affleurements du socle rocheux qui matérialisent la ligne de trait de côte lors de l'inondation maximum de la zone (modifié d'après Allard et al., 2010).

La marée qui affecte les côtes de Charente Maritime est de type semi-diurne et de période moyenne 12h25. Elle est principalement engendrée par une onde provenant de l'océan Atlantique et qui progresse du Sud vers le Nord. Le marnage moyen qui affecte le littoral charentais est de l'ordre de 4 m, bien qu'il puisse dépasser 6 m en vive eau exceptionnelle et descendre en dessous de 2 m en morte eau exceptionnelle. La morphologie particulière de la baie de Marennes Oléron, à deux communications avec l'océan, rend plus complexe le régime de marée dans cette baie. L'onde de marée principale se sépare en deux de part et d'autre de l'île d'Oléron, l'une pénétrant par le pertuis de Maumusson et l'autre par le pertuis d'Antioche, au Nord. La diminution des fonds, du Nord au Sud de la baie de Marennes-Oléron, entraîne un retard de l'onde provenant du Nord. En conséquence, en marée de vives eaux, la pleine mer a lieu 40 min plus tôt dans le pertuis de Maumusson qu'à l'embouchure nord. Ainsi à marée haute à La Rochelle, les courants de marée sortent du pertuis de Maumusson et sont déjà établis à 0.8 m/s. Le début du jusant à Maumusson est donc accéléré par la fin des apports de flot provenant du Nord (Pertuis d'Antioche), ce qui augmente la durée du jusant et entraîne une dominance du jusant sur le flot à Maumusson (Figure 4)

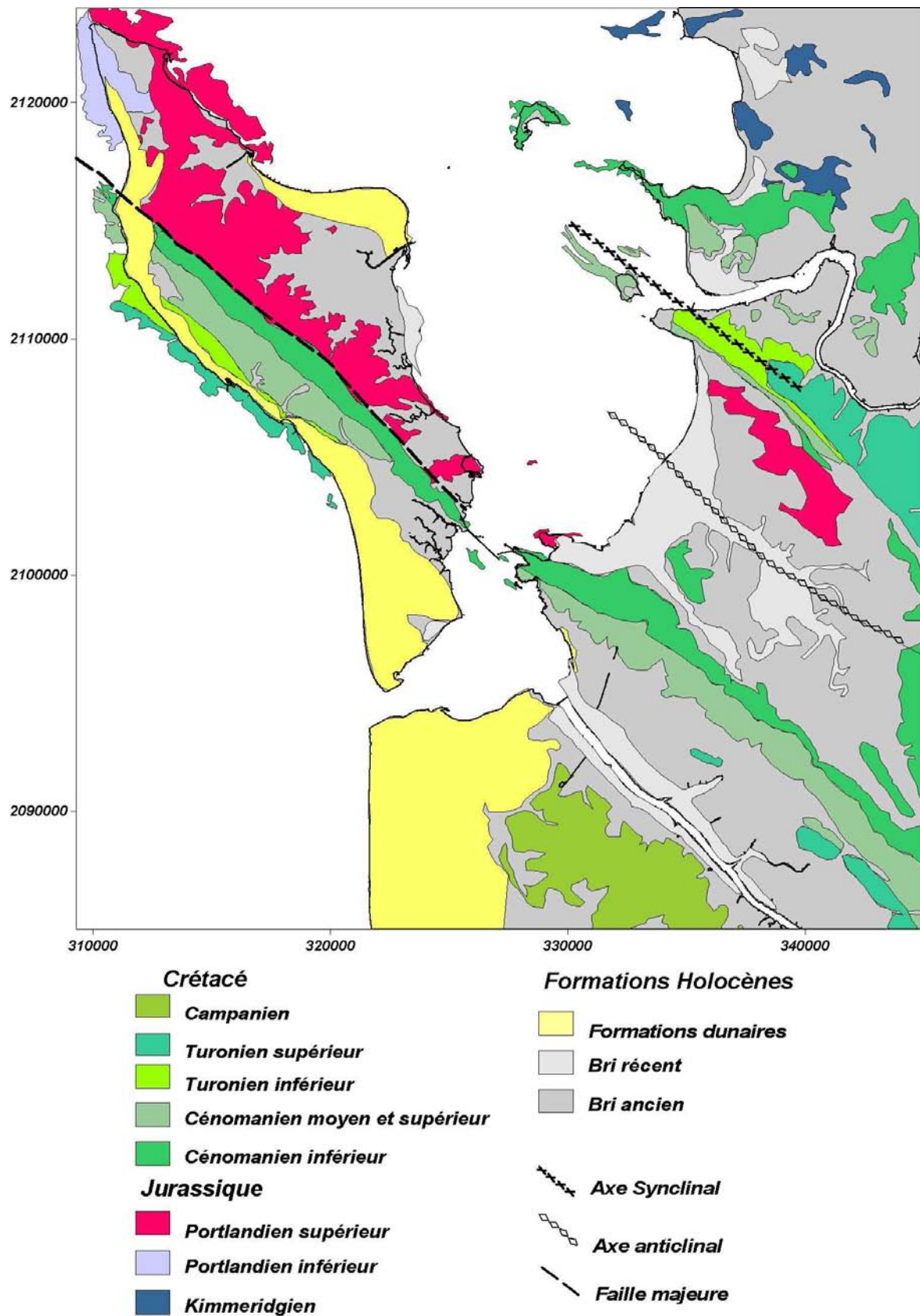


Figure 3 - Carte géologique simplifiée de la zone d'étude (d'après Bertin, 2005, modifiée d'après Bourgueil et Moreau, 1974).

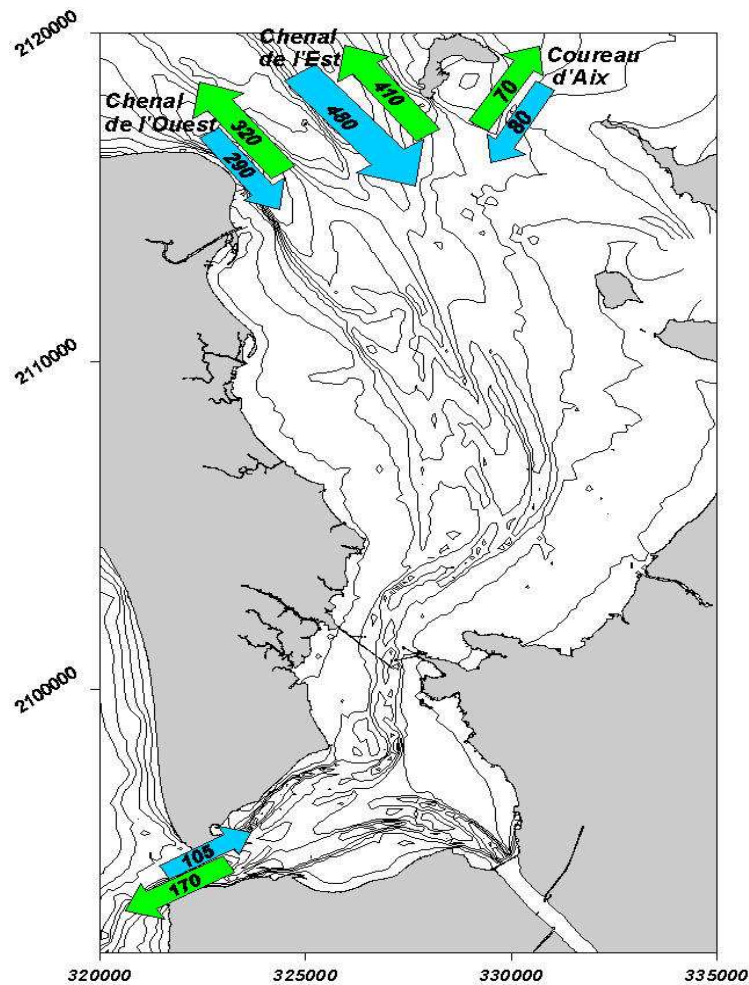


Figure 4- Prismes tidaux aux embouchures de la Baie de Marennes-Oléron (*10⁶m³), résultats issus des simulations de marée Telemac2D sur bathymétrie 2001-2003 (Bertin et al., 2005).

Les évolutions morphologiques de la BMO et des marais adjacents sont énormes pour les derniers siècles (Figures 5 et 6).

Evolution morphologique 1824-2004 (Figure 5)

Le bilan sédimentaire de la Baie de Marennes-Oléron est largement positif depuis 1824 puisque $120 (\pm 35) \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de sédiments s'y sont accumulés depuis cette période (Bertin et al., 2005). Le volume moyen annuel accréé équivalent (environ $600\,000 \text{ m}^3/\text{an}$) est assez proche des $400\,000 \text{ m}^3/\text{an}$ estimés par Tesson (1973) pour la période 1946-1971. La conséquence majeure est la réduction de 20 % du volume de remplissage en eau de la BMO. Le taux de sédimentation calculé dans la Baie de Marennes-Oléron comparé à celui d'autres lagunes et baies tidales de part le monde s'avère anormalement élevé. La combinaison de processus naturels (sable apporté par dérive littorale, sédiments fins transportés en suspension et décantés dans les zones abritées) et de processus liés à la forte pression anthropique (poldérisation, ostréiculture et aménagements) est invoquée pour expliquer cette forte sédimentation.

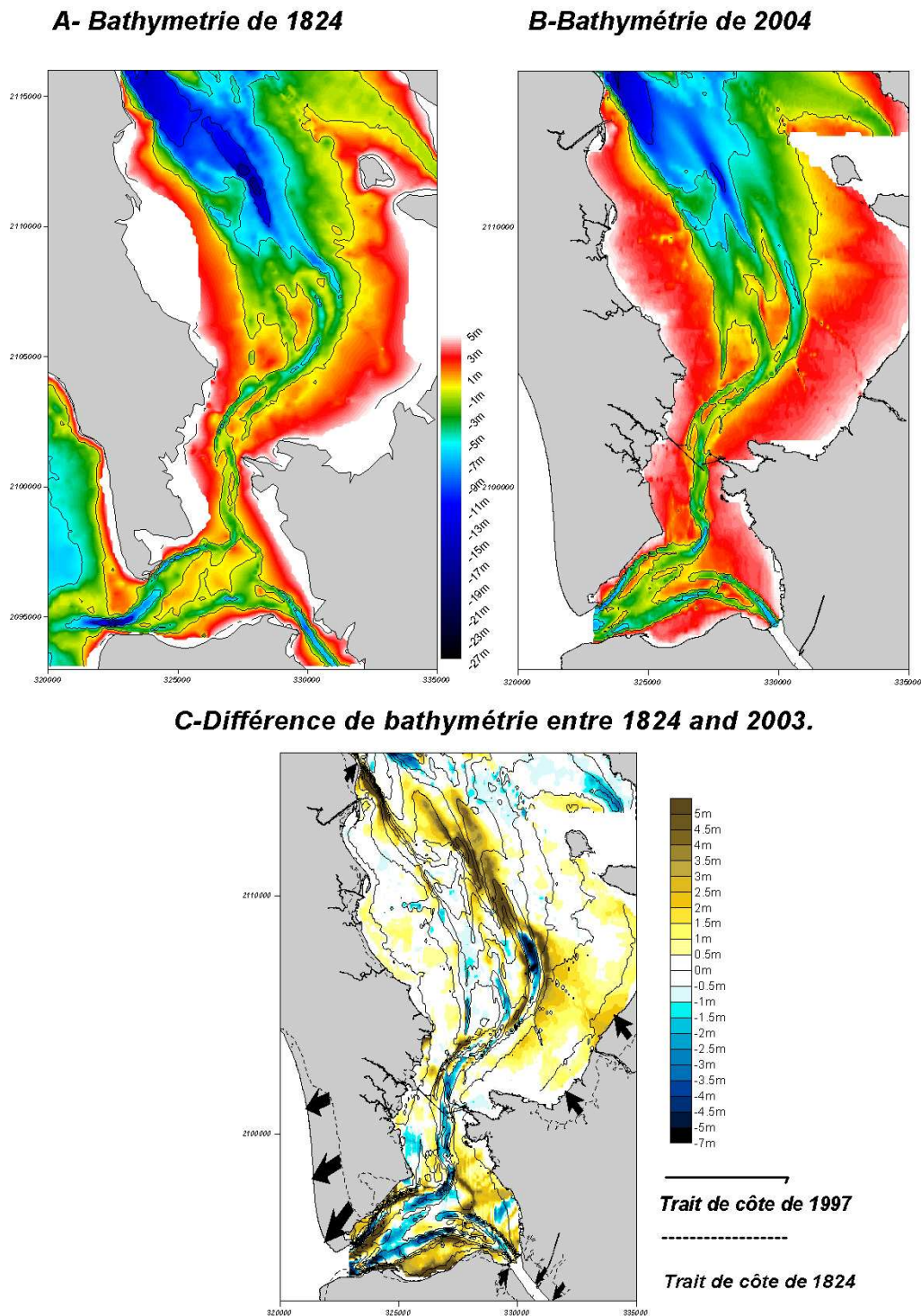


Figure 5- A-bathymétrie de la BMO en 1824; B-bathymétrie de la BMO en 2004; C-différence de bathymétrie entre ces deux dates (Bertin, 2005, Bertin et al., 2005).

Evolution morphologique historique (Figure 6)

Bertin (2005) a réalisé une synthèse de cartes historiques, comme celles de Cassini (1767) ou de Bellini (1764) et de données historiques (Bouquet de la Grye, 1882 ; Pawlowski, 1998) et de données topographiques et géologiques et a reconstitué la morphologie et des paléo-rivages de la BMO depuis le dernier millénaire (Figure 6).

Autour du **XI^{ème} siècle**, le golfe de Brouage s'étendait jusqu'à plus de 10 km de la ligne de rivage actuelle et comportait plusieurs îles, comme celles de Marennnes, de St Just et d'Hiers. La Seudre constituait un golfe large de 5 km et long de 15 km. Le Pertuis de Maumusson était réduit à un simple étier, l'île d'Oléron était reliée à marée basse à l'actuelle presqu'île d'Arvert et la Gironde communiquait avec la Baie de Marennnes-Oléron par la passe de Bréjat au niveau de l'île d'Arvert. Au NW de la zone d'Etude, l'actuel marais de Voutron constituait un petit golfe parsemé de nombreuses îles comme celles de Voutron, d'Yves, des Mannes et de Flay. La pointe de Chatellaillon s'étendait 2 km plus au large, était habitée et n'était distante de l'île d'Aix que de 3 km.

Au **XV^{ème} siècle**, le développement très important des marais salants depuis le Moyen Age dans la Baie de Marennnes-Oléron nécessite un endiguement qui réduit de façon très importante l'extension des golfes. Le commerce florissant du sel annonce la création de Brouage, qui deviendra au **XVI^{ème} siècle** un des ports les plus importants de la façade Atlantique. Le Pertuis de Maumusson s'ouvre au **XI^{ème} siècle** à la faveur d'une tempête exceptionnelle, mais reste franchissable à marée basse « à l'aide d'une perche » (5.8 m). La passe de Bréjat, qui permettait la connexion avec la Gironde, est en voie de comblement. La pointe de la Coubre est en proie à une érosion intense et la migration des dunes dans les terres ensevelit plusieurs villages.

Au **XVIII^{ème} siècle**, le comblement de la Baie de Marennnes-Oléron se poursuit et la ligne de rivage se situe au niveau de Brouage, l'envasement des chenaux annonce le déclin du commerce du sel et de ce port prestigieux. Le Pertuis de Maumusson atteint 2,5 km de large et la profondeur maximale de son chenal principal dépasse 10 m. Le comblement de la Seudre et des chenaux de la presqu'île d'Arvert met fin à toute communication avec la Gironde. Au NW de la zone d'étude, le golfe de Voutron est totalement comblé et la ligne de rivage est très proche de la ligne de rivage actuelle. L'érosion intense qui a frappé la pointe de Chatellaillon depuis les siècles précédents vient à bout des dernières constructions en 1709. Sur l'ensemble de la zone d'étude, les cartes marines anciennes laissent apparaître de larges et nombreux bancs de sables estuariens comme ceux de la Longée et de Boyard au niveau de l'entrée Nord de la Baie de Marennnes-Oléron et les bancs du Matelier et de la Mauvaise dans l'estuaire de la Gironde.

Au début du **XXI^{ème} siècle**, le comblement du golfe de Brouage est achevé et Brouage se retrouve plus de 2 km dans les terres. L'estuaire de la Seudre ne fait plus que 800 m de large et le Pertuis de Maumusson moins d'1 km. Le comblement de la Baie de Marennnes-Oléron se poursuit et la superficie des estrans dépasse 60% de celle de la Baie.

Ici, « la vase monte », c'est ainsi que les ostréiculteurs expriment la dynamique de sédimentation qui reste une donnée fondamentale de cette mer intérieure. Les archives sédimentaires offrent la possibilité de remonter aux sources de ce phénomène, facteur de mobilité du trait de côte. De son côté, la recherche historique identifie quelques unes des interactions entre l'homme et l'environnement, sur les 500 à 600 dernières années.

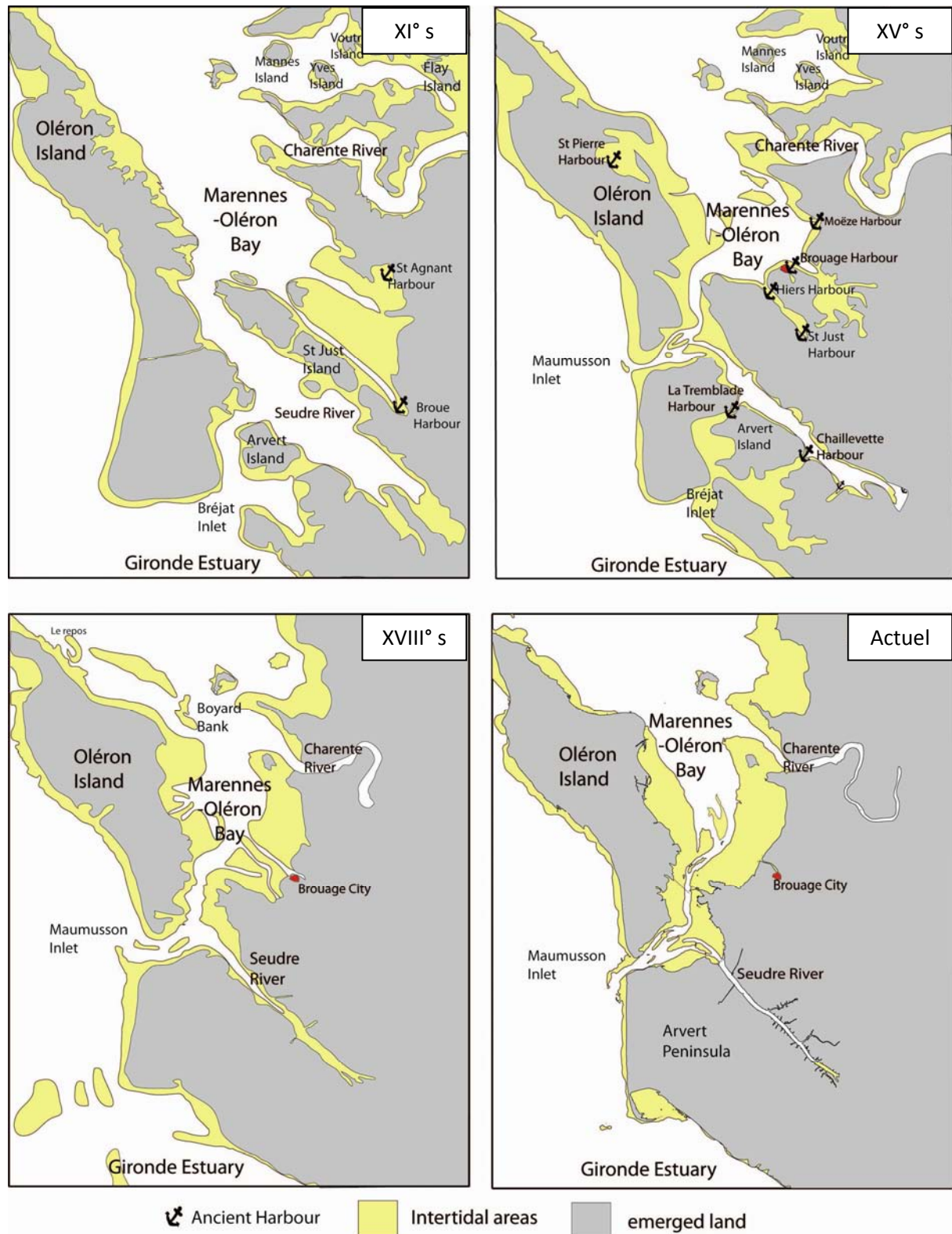


Figure 6- Essai de reconstitution de l'évolution paléogéographique de la zone d'étude depuis le dernier millénaire, par combinaison de données historiques, de cartes historiques et de données géologiques (Allard et al., 2010, Bertin et al., 2005).

Objectif de l'excursion

Sans toujours pouvoir discriminer les forçages naturels de ceux qui sont liés à l'activité humaine, la lecture des paysages et l'interprétation des archives sédimentaires offrent deux approches complémentaires de l'évolution des rivages inconstants de l'ancien golfe de Brouage, devenu marais maritime aujourd'hui, et de la mer bordière qui lui fait face. Cinq arrêts sont prévus (Figure 7 et 8).

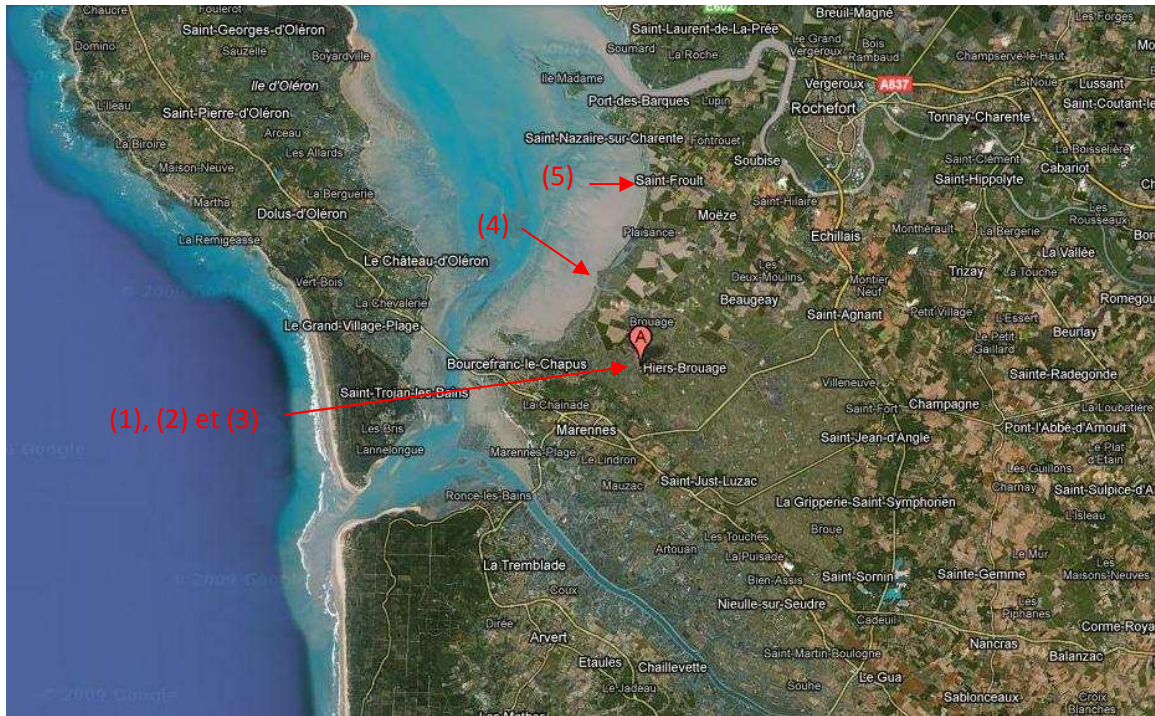


Figure 7 – Extrait d'image « Google map » montrant la localisation des 5 arrêts de cette excursion.

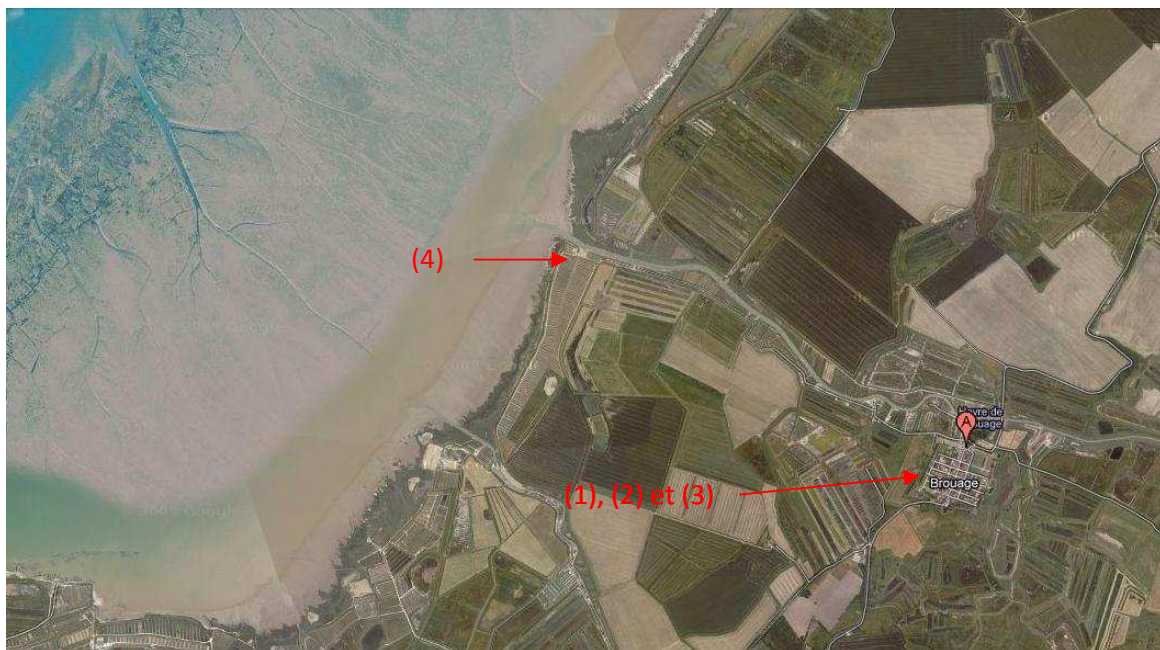


Figure 8 – Extrait d'image « Google map » montrant la localisation des arrêts de cette excursion.

STOP 1 – « Le havre de Brouage au temps de l'Or blanc (XII^e-XVII^e s) » (Citadelle de Brouage, Bastion de la Brèche, rempart Sud)

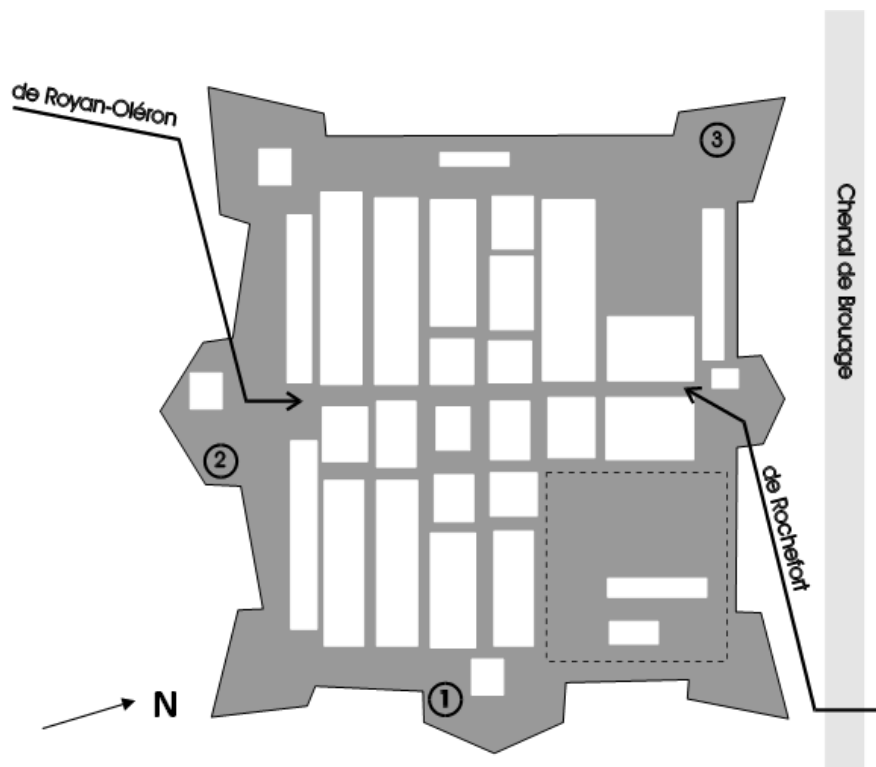


Figure 9 – Plan de la citadelle de Brouageⁱ.

Les origines du paysage actuel sont intimement liées aux activités de production et de commercialisation du sel. L'archéologie du paysageⁱⁱ, autorisée par le faible renouvellement des activités agro maritimes du golfe ancien, permet d'émettre des hypothèses quant à la mise en place des éléments caractéristiques. Aux vestiges topographiques des salines médiévales, répondent les aires de marais plus vastes des temps modernes. Il apparaît que les terres marines gagnées sur la mer et nommées « prises », on d'abord été aménagées dans le but de relier les îles anciennes (Loubresse, Hiers, Erblais, Malaigre) au continent. A cette phase médiévale de construction de pont entre les îles, a succédé une phase moderne, tirant parti de l'envasement pour aménager un pont entre Moëze et Marennes. Depuis le fond du « havre » historique, grâce au repérage du rivage médiéval et des îles, c'est l'histoire d'un lent retrait de la mer depuis la tour de Broue (XII^e siècle, visible à l'horizon) jusqu'à la fondation de la cité (XVI^e siècle)ⁱⁱⁱ et aux travaux menés par Richelieu (début du XVII^e siècle)^{iv} qui peut être abordée.

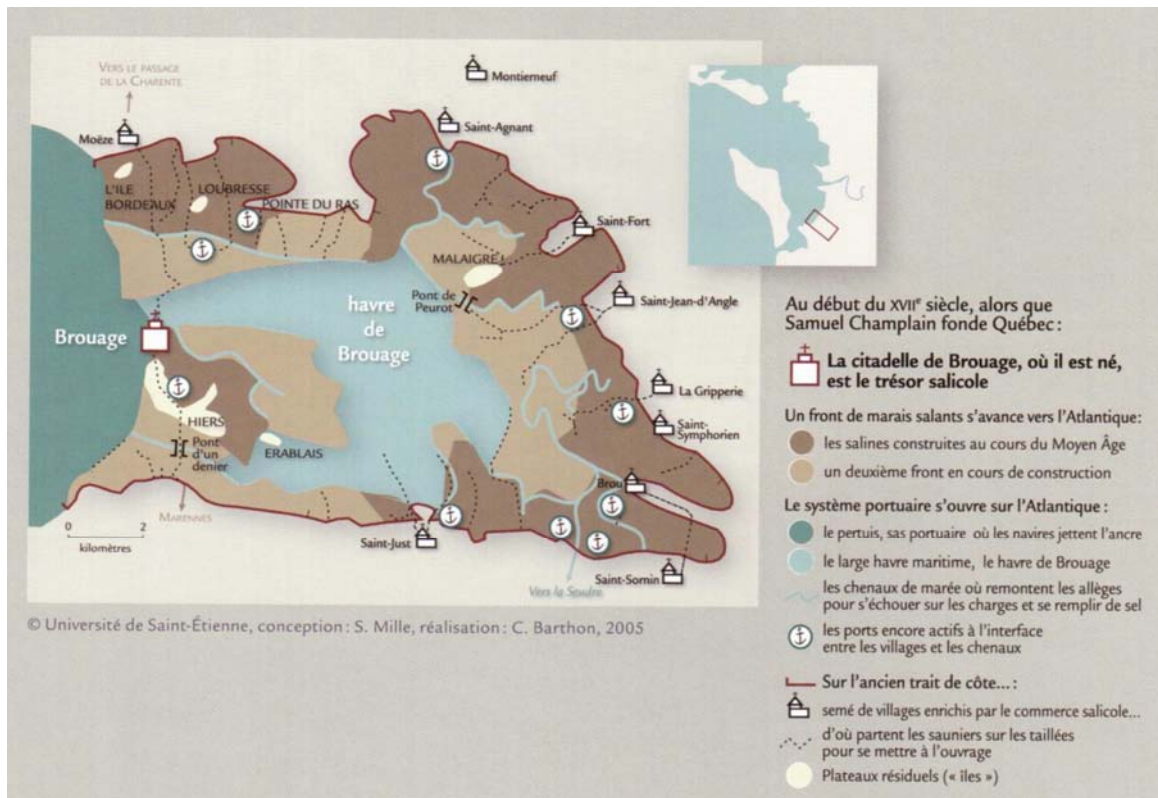


Figure 10- Carte : Le havre de Brouage du moyen âge à l'apogée de la cité (XII^e-XVII^e siècles)

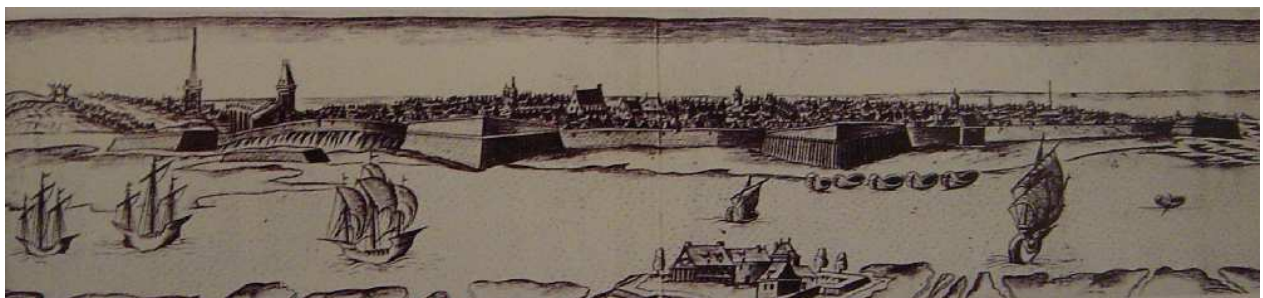


Figure 11- Gravure du port début XVII^e siècle (Tassin, BNF).

STOP 2 – « De la fermeture du havre à la ruine de Brouage (XVII^e-XIX^e s) » (Citadelle de Brouage, Bastion d'Hiers, rempart Est)

Au XVIII^e siècle, les marais ont comblé l'espace entre les anciennes Isles de Marennes (Marennes, Saint Just, Hiers) et la citadelle royale. Le havre n'est plus assez profond pour accueillir les navires de guerre de plus en plus gros, à fort tirant d'eau. Supplanté par Rochefort dans son rôle militaire, Brouage se vide de ses habitants. Parallèlement, la déprise des salines s'accélère, laissant place à des marais « gâts », marqués par une forte insalubrité et dédiés à l'élevage. La production de sel, résiduelle, commande l'aménagement de nouveaux marais salants à proximité du trait de côte actuel. Le paysage des marais se fixe ainsi définitivement, comme fossilisé^v.



Figure 12 – Le havre de Brouage : un espace en crise aux XVIII^e et XIX^e siècles

STOP 3 - Le paysage colonisé par les activités contemporaines (XX^e siècle). (Citadelle de Brouage, Bastion de la Mer, angle Nord Ouest)^{vi}

Après l'abandon dont souffre le paysage au XIX^e siècle, le havre renaît sous la forme modeste d'un chenal. Les conchyliculteurs aménagent des claires sur les rives de l'ancien havre et contribuent à l'étrangler définitivement. Ils colonisent aussi l'estran. Les mytiliculteurs installent des ailes de bouchots à moules sur les platins vaseux. Les ostréiculteurs occupent les bancs de sable du coureau avec leurs parcs ostréicoles. Début XX^e siècle, l'agriculture s'empare des laisses de mer pour aménager des polders appelés « tannes de Brouage ». A proximité de Moëze, l'agro-industrie fait une incursion fin XX^e siècle. Un vaste réseau souterrain de drainage est installé afin de boucher les fossés anciens et de développer la maïsiculture intensive.

STOP 4 – (Embouchure du chenal de Brouage) Enregistrement sédimentaire de la déforestation et des changements climatiques depuis les derniers siècles

Les fonds des pertuis Charentais et de la baie de Marennes-Oléron sont dominés par les sédiments fins. Ceux-ci forment un drapage vaseux de 820 km² environ, dont la vasière intertidale de Brouage est un exemple remarquable (Figure 13 c).

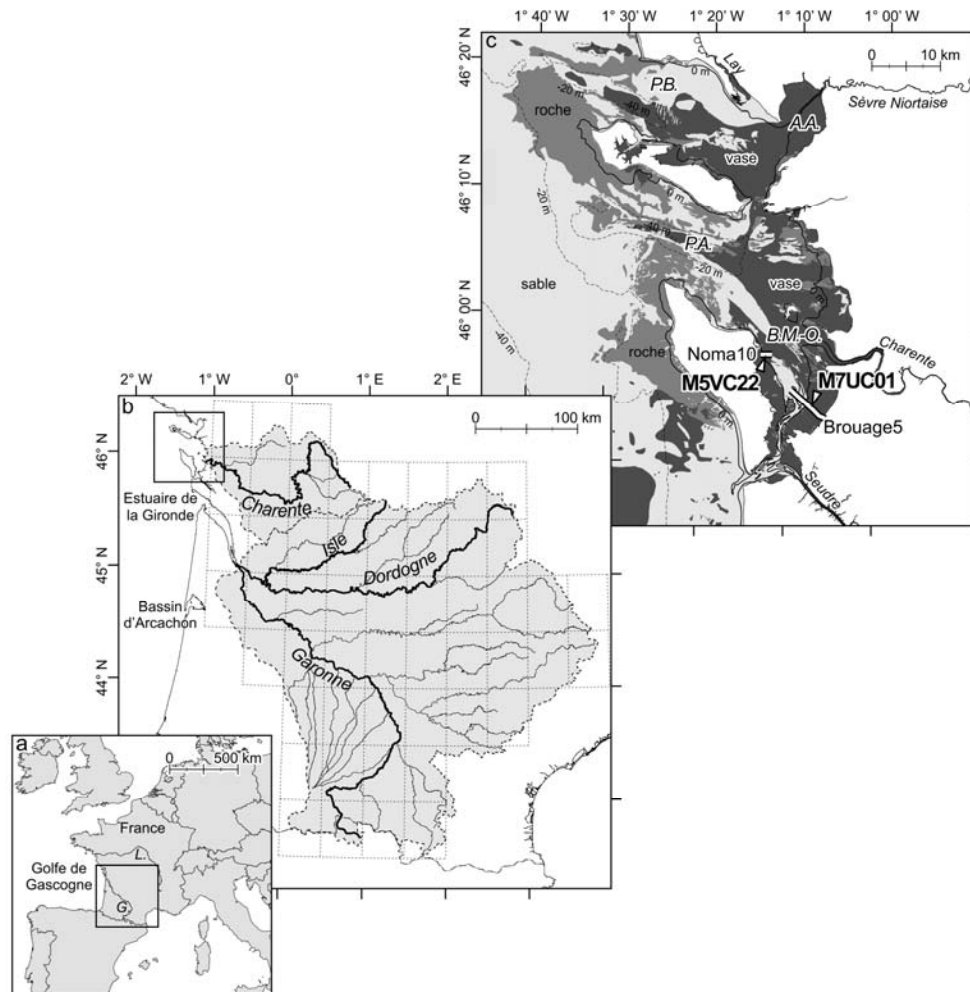


Figure 13 – A) Golfe de Gascogne ; B) Bassins versants de la Charente et de la Gironde ; C) Carte sédimentologique synthétique (données SHOM) montrant l'étendue du drapage vaseux des Pertuis Charentais. Les carottes M7UC01 et M5VC22 ont été obtenues dans la baie de Marennes-Oléron (d'après Poirier et al., soumis).

La prospection géophysique de la baie de Marennes-Oléron, couplée à des données sédimentologiques et à des datations ^{14}C , a permis de décrire en détail l'architecture de son comblement sédimentaire (Figure 14 : Chaumillon et al., 2004 ; Billeaud et al., 2005 ; Chaumillon et Weber, 2006 ; Allard et al., 2010).

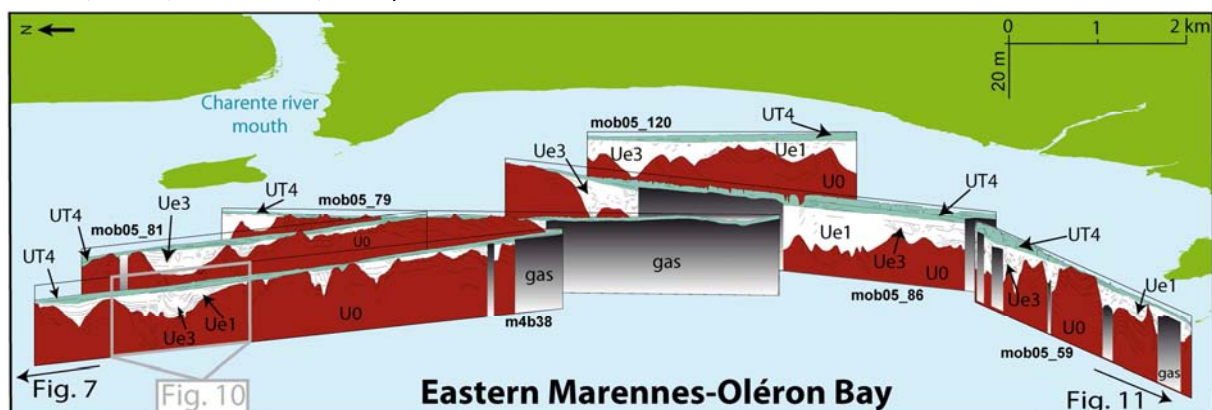


Figure 14– Interprétation de profils sismique très haute résolution illustrant l'architecture de comblement sédimentaire et la morphologie du socle rocheux sous l'estran oriental de la BMO, à proximité du Marais de Brouage (Allard et al., 2010).

Le dragage vaseux des Pertuis Charentais présente de nombreuses analogies avec les vasières ouest et sud Gironde (Billeaud et al., 2004). L'analyse des pollens contenus dans les sédiments fins girondins met en évidence un déclin du couvert forestier et une augmentation des céréales au cours des derniers siècles. Ces tendances ont été interprétées comme une signature caractéristique de la déforestation (Lesueur et al., 1996). Pour ces auteurs, les activités humaines, associées aux changements climatiques du Moyen-Age et du Petit Age Glaciaire, ont favorisé l'érosion des sols sur les bassins versants de la Gironde et l'exportation des sédiments sur le plateau continental. Cette hypothèse a également été avancée pour expliquer l'origine du dragage vaseux des Pertuis Charentais (Chaumillon et al., 2004 ; Billeaud et al., 2005 ; Chaumillon et Weber, 2006 ; Allard et al., 2010). Elle n'a en revanche jamais été formellement validée.

Les profils sismiques très haute résolution acquis dans la partie orientale de la baie de Marennes-Oléron (Figures 14 et 15) ont révélé une zone offrant une bonne préservation des enregistrements sédimentaires.

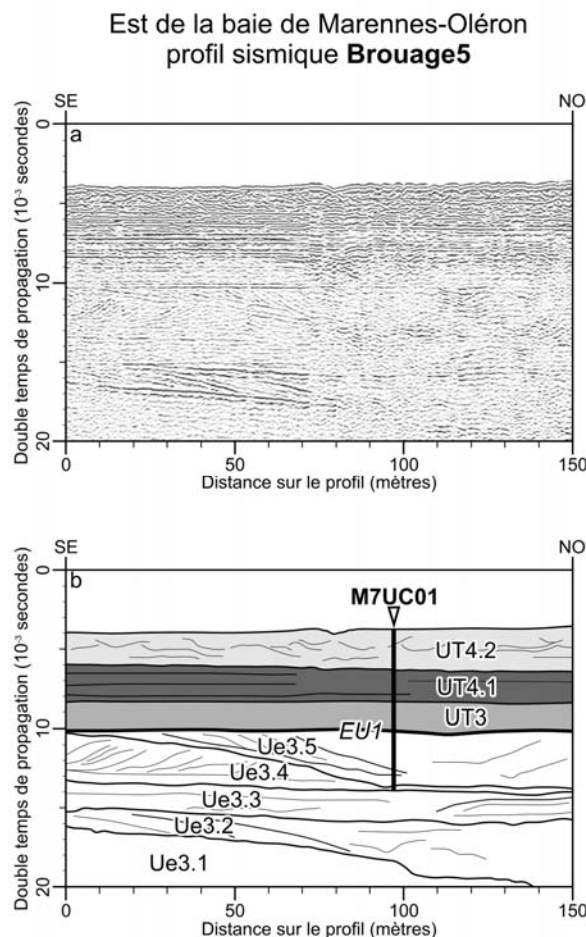


Figure 15 – Profil sismique très haute résolution Brouage5 acquis sur la vasière intertidale de Brouage et utilisé pour positionner la carotte M7UC01 (d'après Poirier et al., soumis).

Une carotte de sédiments a donc été obtenue sur la vasière intertidale de Brouage, à environ 2 km au nord-ouest du stop 4. Au laboratoire, la carotte a été ouverte, puis décrite et analysée. La granulométrie des sédiments a été mesurée avec précision. Une série de 6 datations ¹⁴C a été effectuée afin de réaliser une conversion profondeur - temps. Les tendances sédimentologiques ainsi exprimées en référence au calendrier grégorien et non pas à la profondeur ont été comparées à

l'évolution de la déforestation en France entre 1000 et 2000 (Mather et al., 1999) et à celle des précipitations au dessus des bassins versants de la Charente et de la Gironde entre 1500 et 2000 (Pauling et al., 2006).

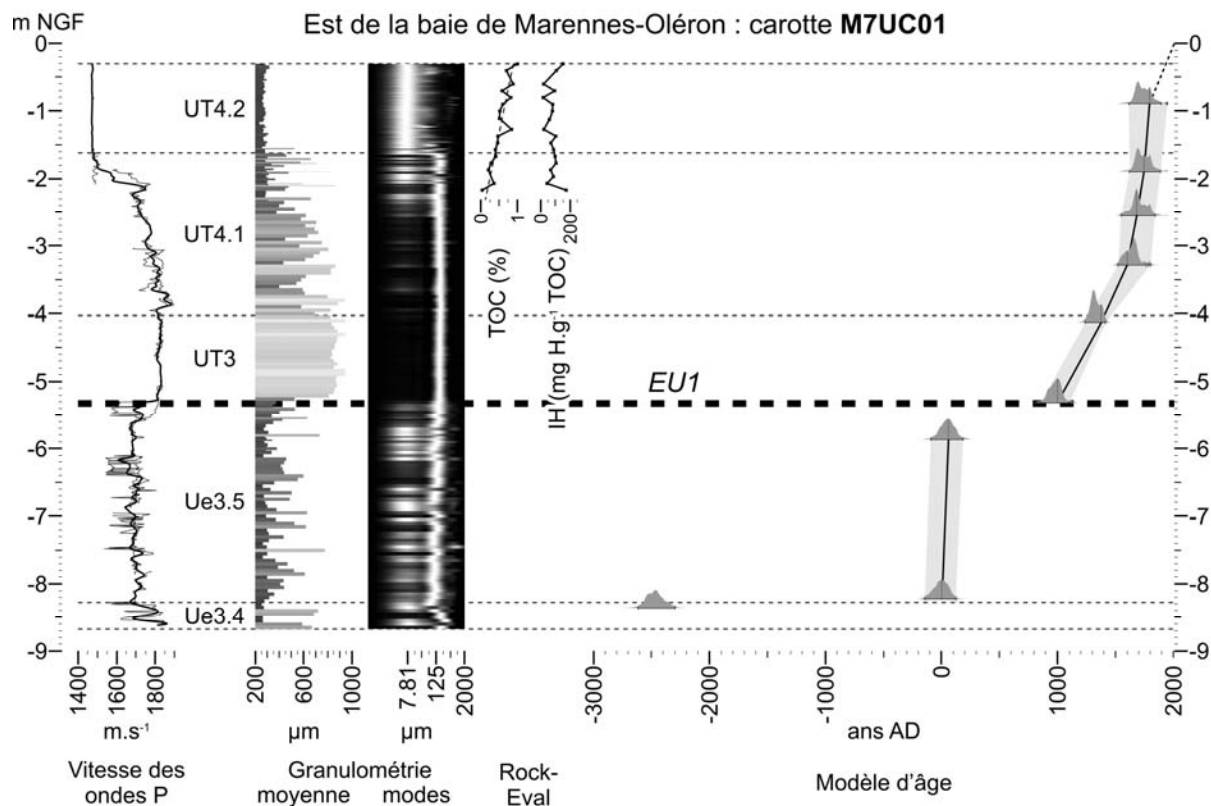


Figure 16 –Log synthétique de la carotte M7UC01 (d'après Poirier et al., soumis).

La carotte mesurant 8,4 m de long a traversé 5 unités stratigraphiques, séparées par une discordance érosionnelle nommée EU1 (Figures 15 et 16) et reconnue à l'échelle de la baie de Marennes-Oléron (Allard et al., 2010). La succession sédimentaire la plus récente (au-dessus de EU1) inclut trois unités. Elle forme une séquence grano-décroissante déposée à partir de l'an 1000 environ (Figure 16), qui correspond à la transition de sédiments sableux (unité UT3) vers des sédiments vaseux (unité UT4.2). Deux classes de particules sédimentaires entrent en jeu : des particules de sables à 190 µm et des particules de silts (vase) à 5 – 9 µm. A partir du modèle d'âge (Figure 16), la contribution de ces deux classes de particules peut être représentée en fonction du temps (Figure 17). Les taux de sédimentation peuvent aussi être calculés et représentés de la même manière (Figure 17). Sur la période 1000 - 2000, la contribution des sédiments fins augmente selon une courbe sigmoïde de 0 à 30 % environ, tandis que la contribution des particules de sable diminue inversement. Un changement granulométrique brutal se produit vers 1760. Les particules de sable disparaissent de l'unité UT4.2 et le dépôt de silts est alors maximal. Parallèlement le taux de sédimentation dépasse les 20 mm.an⁻¹ contre moins de 5 mm.an⁻¹ avant 1400 (unité UT3).

A partir d'un modèle d'érosion des sols couplé à un modèle de transport sédimentaire, Ward et al. (2009) ont montré que la déforestation agit comme le facteur de contrôle primordial sur la charge sédimentaire d'un fleuve. Secondairement, la sensibilité de cette charge sédimentaire aux changements climatiques augmente lorsque le pourcentage de terrains déforestés augmente. D'après ces conclusions, il apparaît très vraisemblable que l'augmentation du taux de sédimentation

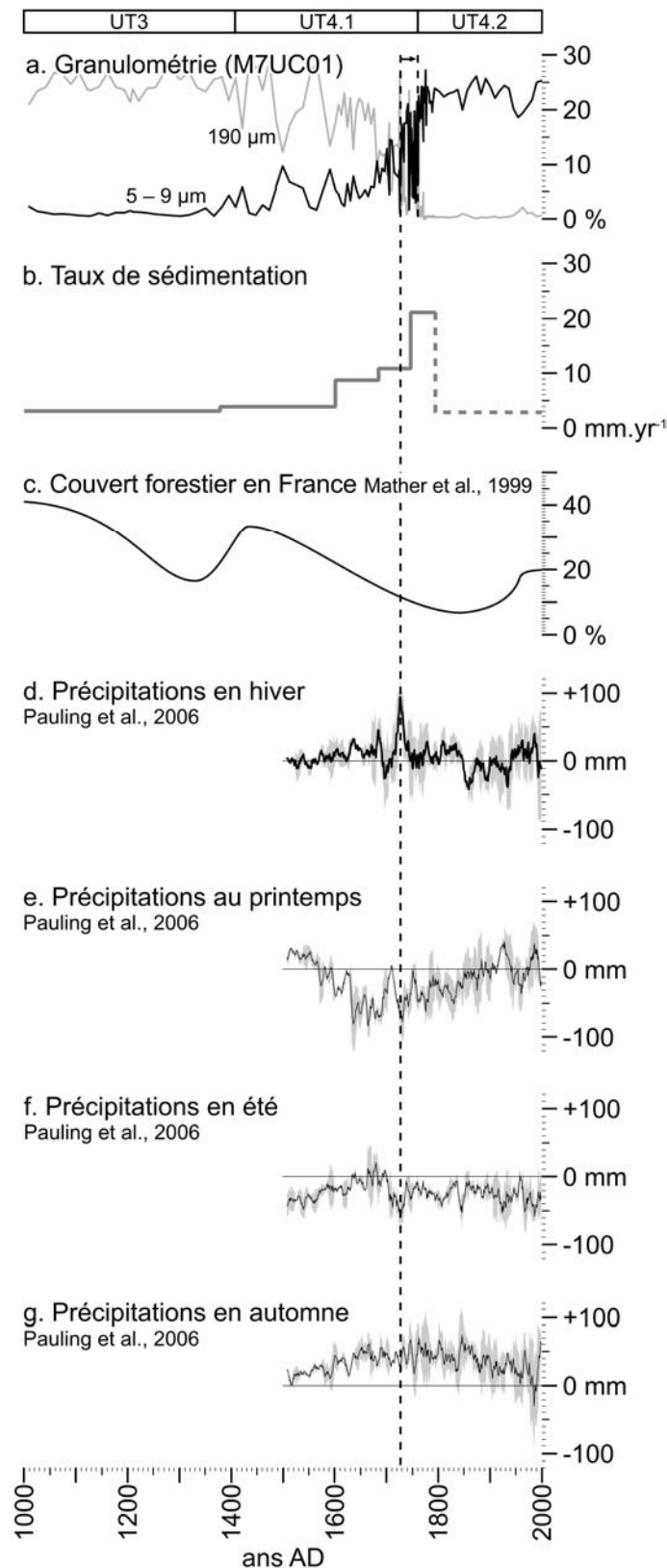


Figure 17 – Evolution entre 1000 et 2000 de : A Contribution des particules de sable (190 µm) et de silts (5 – 9 µm) ; B Taux de sédimentation ; C Couvert forestier en France (Mather et al., 1999) ; Précipitations sur les bassins versants de la Charente et de la Gironde en D hiver ; E printemps ; F été ; G automne (d'après Poirier et al., soumis).

observée entre 1600 et 1800 AD, corrélée à l'augmentation de la teneur des sédiments en silts, ait été favorisée par la déforestation intense (couvert forestier réduit à près de 10%; Figure 17 c), mais déclenchée par une augmentation des précipitations automnales et hivernales (Figure 17 g, d). L'apport massif de sédiments fins responsable de la mise en place de l'unité UT4.2 (Figure 17 a) a été déclenché par la forte anomalie positive des précipitations hivernales observée pour la période 1700 – 1750, l'érosion des sols atteignant alors son paroxysme. L'interaction entre une érosion des sols favorisée par la déforestation mais déclenchée par une augmentation des précipitations a été décrite dans de nombreux environnements terrestres, en particulier dans des régions arides comme les vallées méditerranéennes (Casana, 2008). Ces résultats démontrent comment des milieux perturbés par les activités humaines deviennent plus sensibles aux changements climatiques. La mise en place du drapage vaseux a eu des répercussions majeures sur les écosystèmes des Pertuis Charentais (Poirier, 2010).

STOP 5 – (Côte de Montportail, Saint-Froult) Sensibilité des Polders à la submersion marine

Les surcotes provoquées par les tempêtes en mer sont des causes majeures des submersions marines et de l'érosion des côtes. Les plaines côtières de la Gironde à la Vendée représentent, en termes de superficies inondables, le domaine côtier le plus menacé de France avec la Camargue. Les événements « Xynthia » et « Martin » ont rappelé l'extrême sensibilité de ces côtes à la submersion marine. Le risque d'inondation en domaine littoral dépend de deux paramètres, le niveau de l'océan et l'altitude de la zone côtière. Le niveau de l'océan à courte échelle de temps est lui-même contrôlé par quatre paramètres, la marée, le vent, la pression atmosphérique, les vagues.

A la suite de l'une des tempêtes les plus destructrices du 20^e siècle (« Martin », décembre 1999), les processus dominants de la propagation des ondes de tempêtes dans les Pertuis Charentais ont été étudiés à partir de quatre exemples de surcotes observées entre 1999 et 2002 (Nicolle et al, 2009) en étroite collaboration avec des collègues du Laboratoire National d'Hydraulique et l'Environnement d'EDF. Cette étude a révélé l'importance de la prise en compte des interactions des courants de marées avec la houle, le vent et les fonds marins. Par exemple, la présence des vagues augmente la rugosité de la surface de la mer et par conséquent le couplage avec le vent. Les simulations de la surcote observée en octobre 1999 ont montré que la rugosité, accrue par les vagues, a entraîné l'augmentation de la traction du vent sur la surface de la mer et abouti à une amplification du pic de la surcote de presque 50%. En contrepartie, le frottement sur le fond est amplifié par les vagues ce qui atténue la surcote. En modélisant à la fois les effets amplificateurs (augmentation du couplage océan atmosphère) et atténuateurs (amplification du frottement sur le fond) des vagues, il a été montré que l'amplification totale du pic de la surcote par les vagues est de seulement 20%.

Des travaux sont en cours pour affiner les modèles existants et pour aboutir à une prédiction plus fine des zones inondables. Pour atteindre ces objectifs quatre actions sont prévues : (1) la réalisation d'un modèle numérique de terrain Terre-Mer et d'un maillage pour la modélisation numérique à haute résolution à partir de la synthèse des données bathymétriques et topographiques existantes ou en cours d'acquisition afin de prendre en compte les digues, les défenses de côtes et toutes les barrières sédimentaires naturelles à la différences des données actuellement disponibles (Figures 18 et 19) ; (2) la réalisation de mesures complémentaires de hauteur d'eau et de houle simultanément au large et à la côte lors de surcotes et d'évènements extrêmes ; (3) la modélisation numérique des surcotes et de l'élévation du niveau de la mer sur le modèle numérique de terrain Terre-Mer à haute

résolution qui comportera environ 1 million de nœuds, ce qui nécessitera la mise en œuvre de codes de calcul parallélisés afin de réduire les temps de calcul.

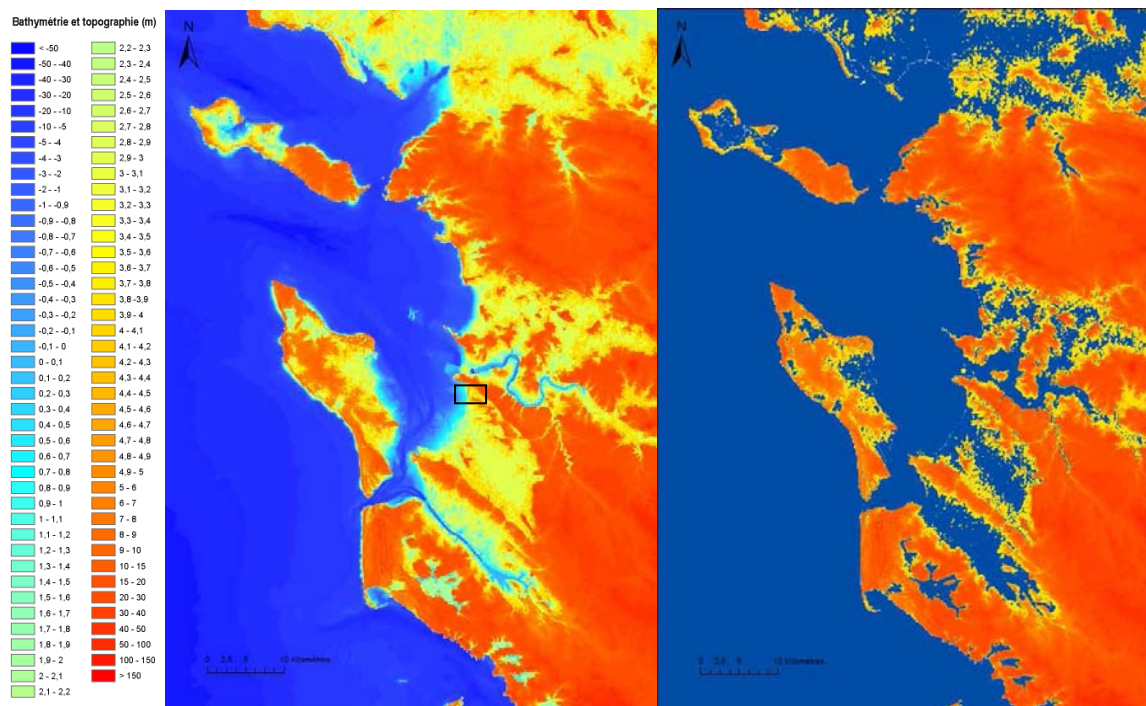


Figure 18 – Modèles numériques de terrain Terre-Mer (réalisé par J.-F. Breilh, étudiant à l'Université de La Rochelle) montrant les faibles altitudes des plaines côtières à gauche (couleurs jaune) et une inondation statique des ces plaines côtières en l'absence de défenses de côtes par marée haute de plus forts coefficients de marée. Mais les données topographiques de la BD TOPO de l'IGN ne sont pas assez précises (moins bonnes que le mètre en vertical et maille XY de 25 m) et ne représentent pas les ouvrages de défense de côte. Il faut des données topographiques plus précises. Le rectangle noir représente la zone de données de laser aéroporté de la figure 19.



Figure 19 – Photographie aérienne (à gauche) et modèle numérique de terrain (à droite, réalisé par J.-F. Breilh, étudiant à l'Université de La Rochelle) réalisé à partir des mesures par laser aéroporté (données fournies par l'EPTB Charente). La maille des données est de 5 m avec une précision théorique verticale de 5 à 25 cm.

Références Bibliographiques-

- Allard, L., Chaumillon, E., Bertin, X., Poirier, C., and Ganthy, F. **2010**. Secular morphological evolution and Holocene stratigraphy of a macro tidal bay: the Marennes-Oléron Bay (SW France). In: E. Chaumillon, B. Tessier, and J.-Y. Reynaud, *French Incised Valleys and estuaries*, *Bulletin de la Société géologique de France*, numéro thématique, t. 181, n°2, 151-169.
- Bertin X., Chaumillon E., Sottolichio, A. and Pedreros, A. **2005**. Tidal inlet response to sediment infilling of the associated bay and possible implications of human activities: The Marennes-Oléron Bay and Maumusson Inlet, France. *Continental Shelf Research*, Volume 25, Issue 9, 1115-1131.
- Bertin, X., **2005**. Morphodynamique séculaire, architecture interne et modélisation d'un système baie/embouchure tidale : le Pertuis de Maumusson et la baie de Marennes-Oléron. Thèse de doctorat de l'Université de La Rochelle, volume 1, 197 p.
- Billeaud I., Chaumillon E., Lesueur P., Weber O., **2004**. Comparaison between sedimentary deposits in the offshore Gironde mud Velds and the Marennes-Oléron bay and their relations with the Gironde estuary infilling since 2000 years. In 9ème colloque international d'Océanographie du golfe de Gascogne, 10-12 juin 2004, Pau.
- Billeaud I., Chaumillon E., Weber O., **2005**. Evidence of a major environmental change recorded in a macrotidal bay (Marennes-Oléron Bay, France) by correlation between VHR seismic profiles and cores. *Geo-Marine Letters* 25, 1–10.
- Casana J., **2008**. Mediterranean valleys revisited: linking soil erosion, land use and climate variability in the Northern Levant. *Geomorphology* 101, 429–442.
- Chaumillon E., Tessier B., Weber N., Tesson M., Bertin X., **2004**. Buried sandbodies within present-day estuaries (Atlantic coast of France) revealed by very high resolution seismic surveys. *Marine Geology* 211, 189–214.
- Chaumillon, E. & Weber, N., **2006**. Spatial variability of modern incised valleys on the French Atlantic coast: Comparison between the Charente (Pertuis d'Antioche) and the Lay-Sèvre (Pertuis Breton) incised-valleys. In: *SEPM Special publication*, 85, *Incised Valleys in Time and Space*, edited by: Robert W. Dalrymple, Dale A. Leckie, and Roderick W. Tillman. 57-85.
- LEBLANC F.-Y. et FIQUET N., **1997**. Brouage, ville royale et les villages du golfe de Saintonge, Patrimoine et Médias éd., Ligugé.
- Lesueur P., Tastet J.P., Marambat L., **1996**. Shelf mud Velds formation within historical times: examples from offshore the Gironde estuary, France. *Continental Shelf Research* 16 (14), 1849–1870.
- Mather A., Fairbairn J., Needle C., **1999**. The course and drivers of the forest transition: the case of France. *Journal of Rural Studies* 15 (1), 65–90.
- MILLE-REAU S., **2003**. Les marais charentais, géohistoire des paysages du sel, Rennes, PUR.
- Pauling A., Luterbacher J., Casty C., Wanner H., **2006**. Five hundred years of gridded high resolution precipitation reconstructions over Europe and the connection to large-scale circulation. *Climate Dynamics* 26 (4), 387–405.
- POIRIER C., CHAUMILLON E., ARNAUD F., *Siltation of river-influenced coastal environments: respective impact of late Holocene land use and high-frequency climate changes*. *Soumis à Global and Planetary Change*.
- SAUZEAU T., à paraître en **2010**. «Entre histoire et nature : la valorisation complexe du patrimoine militaire à Brouage», dans MEYNEN N. dir., *Valoriser les patrimoines militaires*, PUR., coll. Art et Société, p. 91-102
- SAUZEAU T., **2005**. « Du sel aux huîtres : la mutation socio-économique du littoral saintongeais (XVII^e-XIX^e siècle) », *Revue Historique du Centre Ouest*, tome II, 2e semestre, Poitiers, p. 321-368
- SEGUIN M., **2005**. « Brouage aux XV^e et XVI^e siècle », dans GUILLEMET (Dominique) et AUGERON (Mickaël), *ChAMPLAIN, les portes du Nouveau-Monde*, Geste éditions, La Crèche.
- Tesson, M., **1973**. Aspects dynamiques de la sédimentation dans la baie de Marennes -Oléron (Charente-Maritime). Thèse de doctorat de l'université de Bordeaux I, 128 p.
- VIGE J. et E., **1990**. Brouage, Ville d'histoire et place forte (t.1), Capitale du sel et patrie de Champlain (t.2), Bordessoules éd., Saint-Jean-d'Angély.
- Ward P., van Balen R., Verstraeten G., Renssen H., Vandenbergh J., **2009**. The impact of land use and climate change on late Holocene and future suspended sediment yield of the Meuse catchment. *Geomorphology* 103, 389–400.
- Weber, N., Chaumillon, E., Tesson, M. and Garland, T., **2004**. Architecture and morphology of the outer segment of a mixed tide and wave-dominated incised valley, revealed by HR seismic reflection profiling : The paleo-Charente River, France. *Marine Geology*, 207, 17-38.

