

Document public

Contexte géologique et hydrogéologique de l'île Nouvelle

Rapport final

BRGM/RP-62829-FR

Octobre 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM PSP 12 AQI 44

T. Gutierrez, M. Saltel, J. Mugica

Vérificateur :

Nom : Pauline CORBIER

Date : 23/10/2013

Approbateur :

Nom : Nicolas PEDRON

Date : 30/10/2013

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Mots clés : île Nouvelle, Estuaire, Gironde, Aquitaine, Flandrien, dépoldérisation

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Gutierrez T., Saltel M., Mugica J. (2013) - Contexte géologique et hydrogéologique de l'île Nouvelle. Rapport final. BRGM/RP-62829-FR, 52 pages, 29 Figures, 1 annexe.

Synthèse

Lors de la tempête Xynthia (28/02/2010), une brèche s'est produite dans la digue bordière du nord de l'île Nouvelle permettant des entrées d'eau à chaque marée et générant ainsi une érosion continue de la partie interne nord de ce polder. Afin de prendre des décisions d'aménagement de l'île, le Conseil Général de la Gironde, a réuni plusieurs équipes scientifiques de l'Université Bordeaux 1 (laboratoire EPOC et Geotransfert), de l'IRSTEA et du BRGM dans le cadre d'un projet de recherche pluridisciplinaire intitulé « Dépoldérisation de l'île Nouvelle » (convention signée le 26 septembre 2012). L'objectif de ce projet est la connaissance de l'évolution de l'île à court terme (quelques années) ainsi que les impacts de cette dépoldérisation naturelle sur plusieurs aspects : les phénomènes d'érosion et/ou d'envasement, la contamination des sols, l'écosystème et l'occupation humaine.

Dans le cadre de cette étude, le BRGM a été chargé de réaliser une synthèse des connaissances géologiques et hydrogéologiques à l'échelle de l'estuaire afin de replacer l'île dans un contexte local, de mettre en évidence un lien éventuel avec la dépoldérisation naturelle en cours, et d'évaluer les éventuels impacts sur les nappes d'eau superficielles. Cette étude qui s'appuie sur l'analyse et la synthèse de travaux antérieurs et de données existantes ainsi que sur une visite de terrain (28/01/2013) a permis de rédiger ce présent rapport (projet BRGM PSP12AQI44).

L'édification de l'île Nouvelle s'inscrit dans l'histoire géologique récente de l'Estuaire de la Gironde (depuis la fin du Würm environ 10 000 ans) dont l'orientation a été influencée par les failles et plis du substratum. Cette période récente s'est caractérisée par la remontée (naturelle) du niveau marin, qui se poursuit toujours aujourd'hui, et qui a conduit au comblement d'un ancien canyon creusé sous l'Estuaire par des dépôts flandriens et à la création, beaucoup plus récemment, de l'île Nouvelle.

La synthèse des connaissances géologiques ainsi que les visites de terrain permettent de conclure que l'évolution actuelle de l'île Nouvelle et le processus naturel de dépoldérisation ne sont pas contrôlés par le contexte structural ni par la nature du substratum (Éocène) de l'île car il se situe sous une trentaine de mètres de sédiments Flandrien meubles.

Cette évolution actuelle semble contrôlée par l'évolution des conditions hydrodynamiques de l'estuaire qui font l'objet du volet 2 « dynamique sédimentaire » mené par l'équipe METHYS du laboratoire EPOC (Université Bordeaux1).

En revanche, les aspects structuraux ont participé par l'intermédiaire des failles (cf. paragraphe 2.1) à l'orientation de l'estuaire au Quaternaire ancien qui influent en partie sur les conditions hydrodynamiques actuelles.

D'un point de vue hydrogéologique, les reconnaissances de terrain au droit de l'île Nouvelle, ainsi que les informations provenant du forage 07791X0222/PZEM15 montrent qu'il n'existe pas de réservoir superficiel (nappe libre). L'unique réservoir présent sur l'île est celui des grès et calcaires de l'Éocène moyen rencontré à près de 30 m de profondeur sous les formations flandriennes essentiellement argileuses. Au droit de l'île, la nappe de l'Éocène moyen est captive, et même parfois artésienne en fonction de la marée.

L'hydrogéologie ne joue pas de rôle dans l'évolution géomorphologique de l'île Nouvelle. Inversement, l'éventuelle dépoldérisation de l'île Nouvelle n'aura pas de conséquence sur l'hydrogéologie.

Sommaire

1. Introduction.....	9
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	9
1.2. PRESENTATION SUCCINCTE DE L'ILE NOUVELLE.....	10
2. Contexte géologique de l'île Nouvelle	13
2.1. CONTEXTE STRUCTURAL.....	13
2.1.1. Ossature géomorphologique.....	13
2.1.2. Pendage	13
2.1.3. Plis : Présentation	13
2.1.4. Plis : Age	14
2.1.5. Plis : Mise en place	16
2.1.6. Failles	17
2.2. SERIE GEOLOGIQUE DU SUBSTRATUM.....	21
2.3. SUBSTRATUM DES DEPOTS DE L'ILE NOUVELLE.....	24
2.4. LE FLANDRIEN DANS LE SECTEUR DE L'ILE NOUVELLE.....	29
2.4.1. Faciès sédimentaires en lien avec les conditions hydro-morphosédimentaires	29
2.4.2. Séquences de dépôts Holocène	32
2.4.3. Evolution paléogéographique.....	33
2.5. FORMATIONS SUPERFICIELLES DE L'ILE NOUVELLE.....	35
2.6. EVALUATION DE L'INFLUENCE DU CONTEXTE GEOLOGIQUE SUR L'EDIFICATION ET L'EVOLUTION ACTUELLE DE L'ILE NOUVELLE	39
2.7. PERSPECTIVES SUR LA THEMATIQUE GEOLOGIE	40
3. Contexte hydrogéologique de l'île Nouvelle	41
3.1. INVENTAIRE DES RESERVOIRS PRESENTS SUR L'ILE.....	41
3.2. RELATION ENTRE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE ET LA NAPPE DE L'ÉOCENE.....	42
3.2.1. Piézométrie.....	42
3.2.2. Échanges entre les eaux estuariennes et les eaux de la nappe de l'Éocène.....	45
3.3. EVALUATION DE L'IMPACT DE LA DEPOLDERISATION DE L'ILE NOUVELLE SUR LA NAPPE DE L'ÉOCENE.....	47
4. Conclusion.....	51
5. Bibliographie.....	53

Liste des illustrations

Figure 1 : Tableau des îles fluviatiles de la Gironde, de la Garonne et de la Dordogne, proches de l'estuaire.	10
Figure 2 : Carte topographie de l'île Nouvelle (IGN, GIP ATGeRi, convention n°0137)	11
Figure 3 : Extrait de la notice de la carte géologique de Lespare montrant le scellement du dôme de Couquèques par le Calcaire de St Estèphe (Dubreuilh et al., 1973)	15
Figure 4 : Extrait de la notice de la carte géologique de Lespare montrant l'influence du dôme de Couquèques sur les faciès de l'Eocène supérieur (Dubreuilh et al., 1973)	16
Figure 5 : Schéma comparatif des plis nord aquitain pour expliquer les orientations des axes de plis variables pour une contrainte principale identique.	17
Figure 6 : Carte géologique et structurale du secteur de l'île Nouvelle.....	19
Figure 7 : Log schématique régional du Blayais	22
Figure 8 : Log du forage PZEM 15 (n° BSS : 07791X0222/PZEM15) dans le hameau de l'île Nouvelle (Platel, 2008)	26
Figure 9 : Coupe géologique passant par l'île Nouvelle (Platel et al., 1997)	27
Figure 10 : Schéma illustrant le substratum sous le secteur de l'île Nouvelle et l' « Anticlinal » de Blaye-Listrac, les pendages sont exagérés	28
Figure 11 : Modèle du secteur, réalisé pour étudier la nappe de l'Eocène. On observe, sur la coupe, l'anticlinal de Blaye-Listrac sous l'estuaire, avec les pendages réels.	29
Figure 12 : Faciès des dépôts récents de l'Estuaire de la Gironde (Jouanneau, 1983)	30
Figure 13 : Schéma conceptuel de la morphologie de l'Estuaire de la Gironde (Allen et al., 1974).	31
Figure 14 : Les facteurs influençant les cycles transgression / régression.....	31
Figure 15 : Séquence type de l'Holocène au Bec d'Ambès (Allen et al., 1974).....	33
Figure 16 : Evolution schématique de la morphologie de l'estuaire entre Pauillac et Le Verdon (Allen et al., 1970).....	34
Figure 17 : Talus de la digue, côté est de l'île Nouvelle (photo mai 2011).	35
Figure 18 : Retrait des eaux à marée descendante dans l'île Nouvelle (photo janvier 2013).....	36
Figure 19 : Retrait des eaux à marée descendante dans l'île Nouvelle (photo janvier 2013).....	36
Figure 20 : Digue qui sépare le bassin nord (à gauche) du reste de l'île Nouvelle (à droite). Noter l'envasement visible sur la photo à gauche (photo janvier 2013).	37
Figure 21 : Envasement de la partie sud du bassin nord de l'île Nouvelle (photo janvier 2013).	37
Figure 22 : Accumulation de bois et déchets flottés dans le coin sud-ouest du bassin nord (photo janvier 2013).....	38
Figure 23 : Dépôt 2011-2013 d'argiles, au niveau de la brèche nord sur l'ancien sol de l'île Nouvelle (photo janvier 2013).....	38
Figure 24 : Évolution de la piézométrie de la nappe de l'Éocène dans le domaine nord aquitain de 1950 à 1998.	42
Figure 25 : Évolution de la piézométrie de la nappe de l'Éocène moyen au droit de l'île Nouvelle.....	44
Figure 26 : Coupe géologique au sud de l'île Nouvelle (Platel et al., 1999)	45
Figure 27 : Epaisseur estimée des dépôts holocènes imperméables et semi-perméables (Platel et al., 1997).....	46

Figure 28 : Evolution de la conductivité et de la température dans le piézomètre PZEM 15 en fonction de la pression de la nappe éocène entre le 25 juin et le 15 novembre 2007.....49

Figure 29 : Evolution de la conductivité et de la température dans le piézomètre PZEM 6 en fonction de la pression de la nappe éocène entre le 25 juin et le 21 décembre 2007.....50

Liste des annexes

Annexe 1 Echelle Stratigraphique57

1. Introduction

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Lors de la tempête Xynthia (28/02/2010), une brèche s'est produite dans la digue bordière du nord de l'île Nouvelle permettant des entrées d'eau à chaque marée et générant ainsi une érosion continue de la partie interne du nord de ce polder.

Afin de prendre des décisions d'aménagement de l'île dont le Conservatoire du Littoral est propriétaire, le Conseil Général de la Gironde responsable de la gestion de ce site, souhaite connaître son évolution à court terme (quelques années) ainsi que les impacts de la dépoldérisation naturelle initiée sur plusieurs aspects : les phénomènes d'érosion et/ou d'envasement, la contamination des sols, l'écosystème et l'occupation humaine.

Pour cela, le Conseil Général de la Gironde a réuni plusieurs équipes scientifiques de l'Université Bordeaux 1 (laboratoire EPOC et Geotransfert), de l'IRSTEA et du BRGM dans le cadre d'un projet de recherche pluridisciplinaire intitulé « Dépoldérisation de l'île Nouvelle » (convention signée le 26 septembre 2012). Il comporte les 6 volets suivants :

1. « Analyse du contexte géologique et hydrogéologique de l'île Nouvelle » réalisé par le BRGM ;
2. « Caractérisation de la dynamique sédimentaire de la brèche de la partie Nord de l'île Nouvelle », réalisé par l'équipe METHYS du laboratoire EPOC et Géotransfert ;
3. « Spatialisation de la contamination métallique et organique dans les sols et sédiments de l'île Nouvelle et évaluation des risques géochimiques en cas de remobilisation / érosion » réalisé par les équipes TGM et LPTC du laboratoire EPOC ;
4. « Evolution de la couverture végétale de l'île Nouvelle par télédétection spatiale » réalisé par Géotransfert ;
5. « Effets et intérêts de la dépoldérisation de l'île Nouvelle pour les poissons et macro crustacés de l'estuaire », réalisé par l'IRSTEA ;
6. « Analyse d'une politique de gestion visant à la renaturation de l'île Nouvelle » réalisé par l'IRSTEA.

Ce présent rapport est relatif au premier volet dont le BRGM a été en charge : « Analyse du contexte géologique et hydrogéologique de l'île Nouvelle » (projet BRGM PSP12AQI44). Les objectifs de ce volet sont la réalisation d'une synthèse des connaissances géologiques et hydrogéologiques à l'échelle de l'estuaire afin de replacer l'île dans un contexte local, de mettre en évidence un lien éventuel avec la dépoldérisation naturelle en cours, et d'évaluer les éventuels impacts sur les nappes d'eau superficielles.

Ce travail s'appuie sur l'analyse et la synthèse de travaux antérieurs (voir références bibliographiques en fin de rapport) et de données existantes (log et mesures piézométriques du sondage 07791X0222/PZEM15, coupes et cartes géologiques) ainsi que sur une visite de terrain qui a eu lieu le 28/01/2013 en présence de M. Saltel, T. Gutierrez et J-P. Platel du BRGM.

Le rapport s'articule autour de 3 parties qui présentent successivement le contexte géologique, le contexte hydrogéologique puis les conclusions de cette synthèse des connaissances.

1.2. PRESENTATION SUCCINCTE DE L'ILE NOUVELLE

L'estuaire de la Gironde correspond à l'embouchure de deux fleuves (la Garonne et la Dordogne) dans l'Océan Atlantique. Orienté nord-nord-est / sud-sud-ouest, il mesure 71 kilomètres de long. Sa largeur varie de 2,5 km vers le Bec d'Ambès en amont, à 10,5 km juste en aval du Verdon-sur-Mer.

Dans l'estuaire de la Gironde, il existe un grand nombre d'îles, dont la plupart se concentre entre Ambès et le nord de Blaye (Figure 1). De même, les bancs de sables et de limons¹ sont nombreux (Bancs Plassac, Banc de Trompeloup, Platin de Richard, Banc de Talais, Banc des Marguerites, Banc de Metz, Banc de Saint-Georges ...).

Nom usuel	Secteur	Remarques
Ile de Renon	Amont de Bordeaux	Ancienne ile devenue coalescente avec la rive gauche du fleuve
Ile de La Lande	Amont de Bordeaux	
Ile d'Arcins	Amont de Bordeaux	
Ile de Croute	Dordogne (Bec D'Ambes)	Ile disparue
Ile d'Ambes	Dordogne (Bec D'Ambes)	
"Ile Verte"	Gironde (Margaux Marmison)	Accretion de l'Ile Verte s.s., Ile du Nord, Ile Cazeau, Ile Macau
Ile Margaux	Gironde (Margaux Marmison)	Aussi appelé Ile de La Tour de Mons
Banc de Plassac	Gironde (Blaye)	Banc de sable récent dont une petite partie reste émergé à marée haute
Fort Paté	Gironde (Blaye)	
Ile Nouvelle	Gironde (Blaye)	Accretion de l'Ile Sans Pain et de l'Ile Bouchaud
Vasard de Beychevelle	Gironde (Blaye)	
Ile de Patiras	Gironde (Nord)	Accretion de l'Ile de Patiras et de l'Ile de St Louis
"Ile du banc de Trompeloup"	Gironde (Nord)	Une petite partie du banc de Trompeloup reste émergé à marée haute
Plateau de Cordouan	Gironde (Embouchure)	Platier rocheux

Figure 1 : Tableau des îles fluviales de la Gironde, de la Garonne et de la Dordogne, proches de l'estuaire.

L'île Nouvelle est une île fluviale, située au nord-ouest de Blaye (Figure 2), qui est le résultat de la coalescence de deux îles anciennes : l'île Bouchaud au nord et l'île Sans-Pain au sud.

¹ Le terme limons désigne un mélange d'argiles et de « sables fins » (appelés silts).

2. Contexte géologique de l'île Nouvelle

L'objectif de ce chapitre est de décrire à partir d'une synthèse des connaissances, le contexte géologique de l'île Nouvelle afin de mettre en évidence les processus qui ont conduit à l'édification de l'île et de déterminer un éventuel lien avec la dépoldérisation naturelle en cours.

La synthèse des connaissances géologiques porte plus précisément sur les formations géologiques de l'estuaire depuis l'Eocène (50 Millions d'années environ), leur structure en lien avec la déformation pyrénéenne, ainsi que sur les faciès sédimentaires quaternaires et plus récents en lien avec la dynamique hydro et morpho-sédimentaire.

Une échelle stratigraphique est donnée en Annexe 1 pour aider le lecteur dans la compréhension des âges géologiques mentionnés ici.

2.1. CONTEXTE STRUCTURAL

2.1.1. Ossature géomorphologique

L'ossature géologique est formée par 2 barres carbonatées principales : L'Eocène moyen (Calcaires de Blaye) et l'Oligocène inférieur (Calcaires à Astéries). Entre ces deux barres calcaires, on retrouve un ensemble « mou » de marnes à huîtres, d'argiles carbonatées plus ou moins sableuses (« Molasse ») où s'intercalent des niveaux peu épais de calcaires (Calcaire de Saint-Estèphe, Calcaire de Plassac, Calcaire de Castillon).

2.1.2. Pendage

Les couches ont un pendage régional très faible vers le sud-ouest (inférieur à 1°).

2.1.3. Plis : Présentation

Localement, au niveau de Blaye, les formations présentent des plis (ou flexures) structurés selon un système d'anticlinaux/synclinaux³, orientés N60-N70°E⁴ (Figure 6), de très faible amplitude (à peine marquée) et perpendiculaires à l'estuaire qui les recoupe. Ce système est composé :

- d'un anticlinal, ou flexure anticlinale⁵, appelé « Anticlinal de Blaye-Listrac » ou « Anticlinal de Blaye ». Le pendage des couches est un peu plus marqué sur les flancs de l'anticlinal (quelques degrés : 1 à 2 °)⁶ ;

³ Un anticlinal est un pli dont le terrain le plus ancien est au cœur. Ce terme s'oppose à synclinal ou, à l'inverse, le terrain le plus récent se situe au cœur.

⁴ En géologie on note l'orientation des structures par rapport au nord, toujours en degrés, en se déplaçant vers l'est : ainsi une faille orientée est-ouest se notera : N90°E.

⁵ On parlera de flexure pour des anticlinaux ou des synclinaux très peu marqués, à peine ondulés.

⁶ Par convention, tous les pendages sont exprimés en degrés.

- de deux structures synclinales au nord et au sud de l'anticlinal. Elles sont très peu marquées et forment un amortissement du pli :
 - o au nord : la « Flexure synclinale de Beychevelle » marquée par une accumulation de sables rouges résiduels éolisés,
 - o au sud : la « Flexure synclinale de Marmisson » marquée par les dépôts plio-quadernaires sur le plateau de Marmisson (conservés dans le cœur supposé du synforme).

2.1.4. Plis : Age

Ces plis sont en relation avec la déformation pyrénéenne. L'âge des plis est difficile à déterminer précisément, cependant il est supposé suffisamment ancien pour ne pas avoir joué de rôle dans l'édification de l'île Nouvelle.

Pour dater un pli, on procède par approximation en utilisant les principes suivants :

- un pli est plus récent que les formations qu'il déforme : en observant l'âge de la dernière formation affectée par le pli, on obtient l'âge maximal du pli. Toutefois des terrains qui sont affectés par le pli peuvent avoir été érodés ou ne pas affleurer (il faut alors rajeunir l'âge du pli).
- un pli est plus ancien que les formations qu'il ne déforme pas. On obtient l'âge minimal du pli. Deux possibilités :
 - observer l'âge de la formation qui n'est plus déformée par le pli et qui le recouvre en « Onlap »⁷. On parle de scellement de pli.
 - observer les formations qui se sont déposées dans les dépressions synclinales. Souvent les facies déposés sont influencés par le relief et permette de faciliter la mise en évidence de l'existence du pli à partir des dépôts sédimentaires (brèches, dépôts lacustres, ...).

Les erreurs possibles dans l'évaluation de l'âge sont liées à une erreur dans l'évaluation de la déformation lorsque les pendages sont très faibles ou peu exprimés par la lithologie. On peut considérer à tort une formation comme non déformée si les pendages sont faibles et peu visibles (il faut alors rajeunir l'âge du pli). A l'inverse, la présence d'onlap sédimentaire (non tectonique) peut faire penser à un scellement de pli qui n'en est pas un (il faut alors vieillir l'âge du pli).

Deux indices donnant des âges différents conduisent à deux hypothèses pour dater le pli de Blaye Listrac :

Hypothèse 1 : âge Eocène supérieur. La notice de la carte géologique de Lesparre Médoc représente une coupe dans le dôme⁸ de Couquêques, au nord du Médoc (Dubreuilh et al., 1973), qui affecte les terrains éocènes. Le Calcaire de Saint-Estèphe vient sceller ce dôme (Figure 3), c'est-à-dire qu'il est déformé par le dôme à la base de la formation mais le sommet de la formation est plan et n'est plus affecté par le pli. Ce scellement est étayé par la répartition

⁷ Onlap : Terme anglo-saxon utilisé en géologie pour définir une couche géologique horizontale qui repose sur une couche géologique plus ancienne basculée ou déformée créant une différence d'angle entre les 2 couches appelée « Discordance angulaire ».

⁸ Un dôme est un anticlinal ovoïde ou circulaire.

des faciès influencés par le dôme qui formait un haut fond à la fin de l'Eocène supérieur (Figure 4).

Cette interprétation daterait les plis de la fin de l'Eocène supérieur, c'est-à-dire au Priabonien inférieur (âge du sommet de la Formation de Saint-Estèphe). Cet âge correspondrait à la fin de la phase pyrénéenne⁹.

Ceci correspond à la logique régionale du déplacement de l'onde orogénique pyrénéenne de l'est (côté méditerranéen) vers l'ouest (côté atlantique). La zone est s'est déformée en premier au début de l'Eocène. La déformation s'est ensuite déplacée vers l'ouest au fur et à mesure que progressait la chaîne de montagne en formation. Ainsi la déformation à l'ouest (fin Eocène) est plus tardive qu'à l'est (début Eocène).

Hypothèse 2 : âge récent (fin Miocène à Quaternaire ?). Les flexures (anticlinales et synclinales) peuvent être synchrones¹⁰ des dépôts miocènes et quaternaires du cœur des synclinaux, si l'on considère que ces dépôts se sont installés dans une dépression naturelle. Le cœur des synformes est rempli par les altérites, au nord de l'anticlinal de Blaye-Listrac, et des limons, sables et graviers pléistocènes sur le plateau de Marmisson (Figure 6). Il est possible de rajeunir les structures au moins juste avant l'âge des sédiments qui les remplissent dans l'hypothèse d'un comblement des dépressions par ces derniers.

Enfin il est possible que les deux hypothèses soient à considérer. L'âge pourrait être Eocène, avec réactivation récente au Miocène terminal-Quaternaire basal et peut être Quaternaire plus récent (activité sismique historique peu fréquente mais présente dans ce secteur).

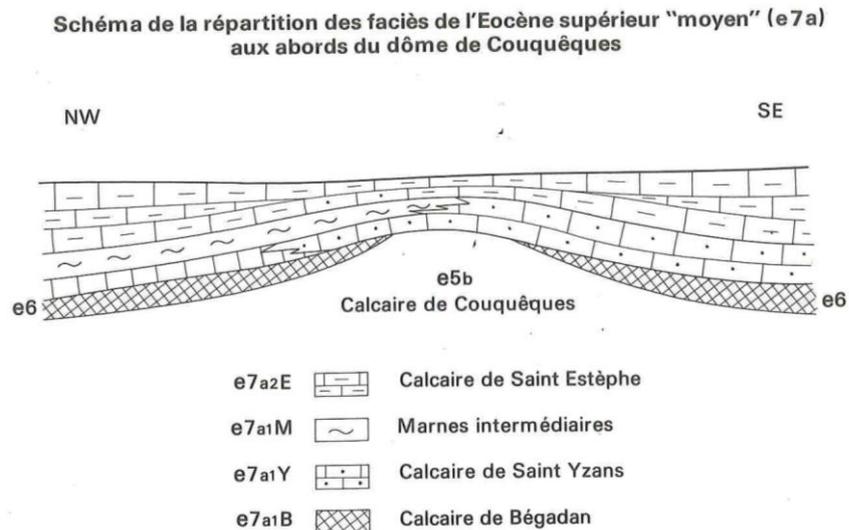


Figure 3 : Extrait de la notice de la carte géologique de Lespare montrant le scellement du dôme de Couquêques par le Calcaire de St Estèphe (Dubreuilh et al., 1973)

⁹ Une phase tectonique est une période de déformation dans un cycle orogénique. Un cycle orogénique comporte plusieurs phases. Pour rappel, un orogène est le processus de formation des chaînes de montagnes.

¹⁰ Synchrones : En même temps

Schéma de la répartition des faciès de l'Eocène supérieur terminal (e7b)

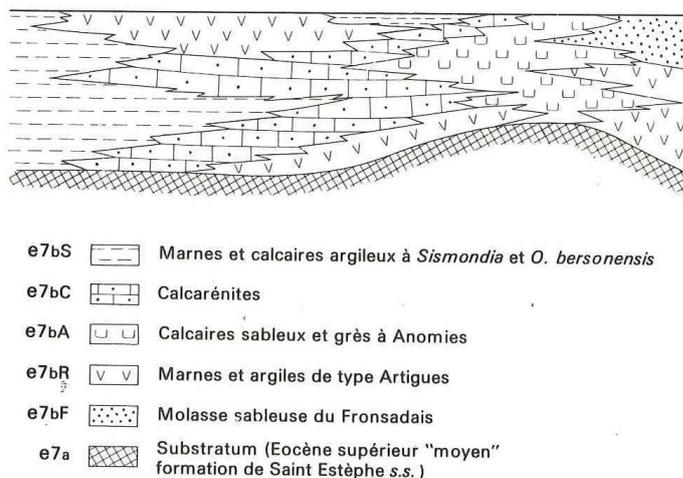


Figure 4 : Extrait de la notice de la carte géologique de Lespare montrant l'influence du dôme de Couquêques sur les faciès de l'Eocène supérieur (Dubreuilh et al., 1973)

2.1.5. Plis : Mise en place

L'orientation de l'anticlinal de Blaye-Listrac (N70°E) n'est pas de type pyrénéen (N90 à N110°E avec des structures conjuguées¹¹ N10° à N40°E). Ceci résulte sans doute de la nature des plis qui correspondent vraisemblablement à des réajustements d'un cisaillement de la couverture sédimentaire, d'où leur faible déformation. Ces plis de très faibles ampleurs pourraient être associés aux failles décrochantes nord-sud et avoir rejoué, lorsque ces failles ont-elles-mêmes rejoué. On pourrait donc avoir un jeu polyphasé : Eocène et récent.

Pour imaginer leur mise en place, la Figure 6 propose une explication de l'obliquité des axes de plis par rapport à la contrainte pyrénéenne, ceci en comparant les plis de compression avec raccourcissement (de type Jonzac), aux plis d'entraînement de cisaillement (de type Blaye Listrac).

¹¹ Structures conjuguées : Structures tectoniques (failles, plis, schistosités) d'orientation ou de rejet différent mais qui se sont mis en place au même moment. Elles forment souvent un angle constant entre elles, ce qui facilite leur identification.

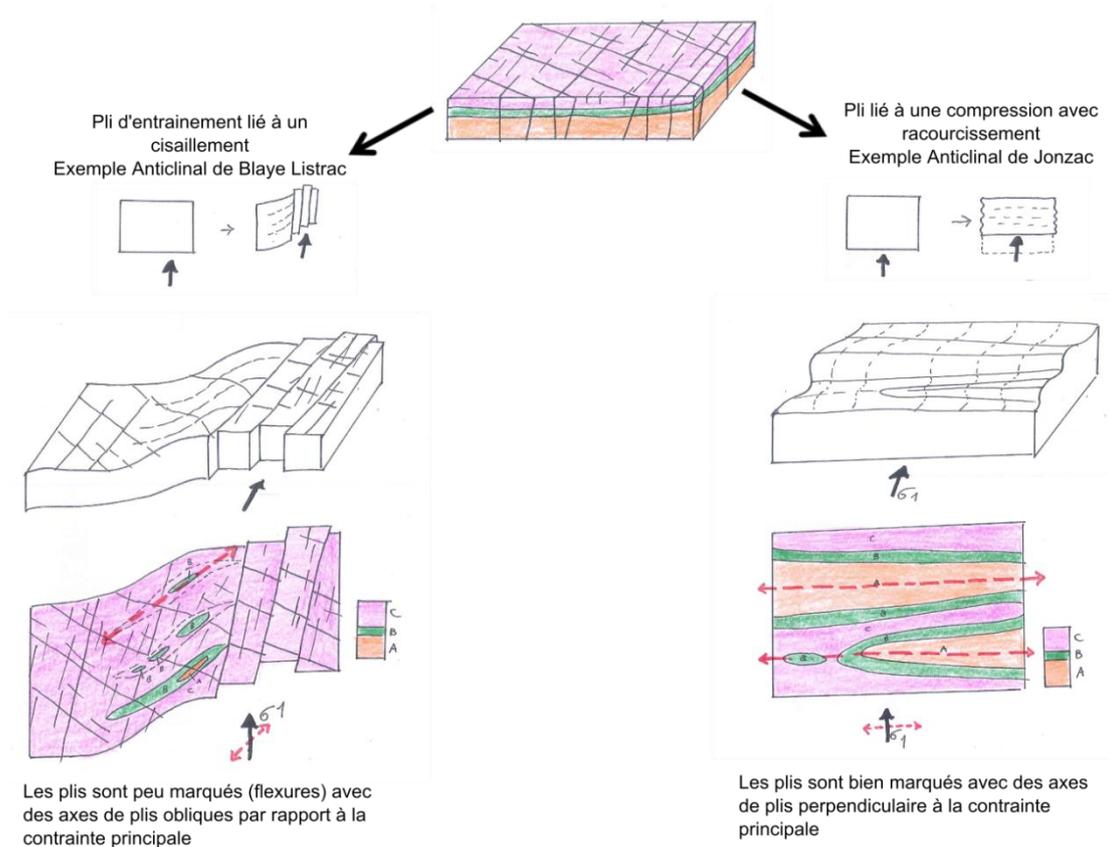


Figure 5 : Schéma comparatif des plis nord aquitain pour expliquer les orientations des axes de plis variables pour une contrainte principale identique.

2.1.6. Failles

Les failles majeures de la zone du Médoc et du Blayais sont des failles normales N160°E orientées dans l'axe de l'estuaire.

La « Faille de Blaye » passe sous l'estuaire au niveau de l'île Nouvelle (Figure 6) et a un rejet¹² d'environ 20 à 30 m en surface.

Cette faille sépare deux compartiments entre lesquels existe un dénivelé : le compartiment « médocain » situé à l'ouest de la faille est abaissé par rapport au compartiment « blayais » situé à l'est. De ce fait, les formations de l'Eocène affleurent plus dans le compartiment blayais surélevé et donc exondé que dans le compartiment médocain à la faveur de « fenêtres » dans les alluvions.

La faille de Blaye étant masquée par les alluvions, sa géométrie est mal connue. Elle doit s'accompagner d'un faisceau de failles de relais ayant un rejet polyphasé (après avoir fonctionné en normal et en inverse) qui ont joué un rôle dans la paléogéographie et la répartition des faciès, au moins depuis l'Eocène.

¹² Le rejet est le décalage entre les 2 compartiments séparés par une faille.

D'autres failles, plus petites, d'orientation pyrénéenne typique, sont observées sur le compartiment blayais (Figure 6) :

- famille de failles à N110-120° ;
- famille de failles à N10-N20°.

Ces failles en réseaux sont à l'origine de la forme de l'estuaire et de la dysmétrie de la topographie des rives droite et gauche. Leur rôle est donc important dans la structuration de l'estuaire. La subsidence liée à ces failles au Quaternaire induirait une migration de la Gironde vers le nord ainsi qu'une érosion des berges orientées au nord. Il est également possible qu'elles aient une composante cisailante¹³ et qu'elles soient localement en compression (relais orientés N10 à N40° notamment), ce qui aurait pu conduire aux flexures décrites plus haut. En l'absence d'activité tectonique, leur activité n'est toutefois que supposée. Les failles responsables du séisme de l'Entre Deux Mers¹⁴ n'ont de leur côté, pas été identifiées.

¹³ Composante cisailante : Se dit d'une faille qui présente un mouvement horizontal apparent. Il peut être cisailant pur (sans rejet vertical), cisailant inverse ou cisailant normal. Une faille normale est une faille qui présente un rejet apparent vertical correspondant à un effondrement du compartiment du dessus. Ceci s'oppose à une composante inverse qui sous-entend un rejet vertical apparent du compartiment de dessus chevauchant le compartiment d'en dessous.

¹⁴ Séisme de l'Entre Deux Mers : Séisme qui a eu lieu en 1759 et qui avait affecté l'ouest de l'Entre Deux Mers, la région bordelaise et Saint-André-de-Cubzac.

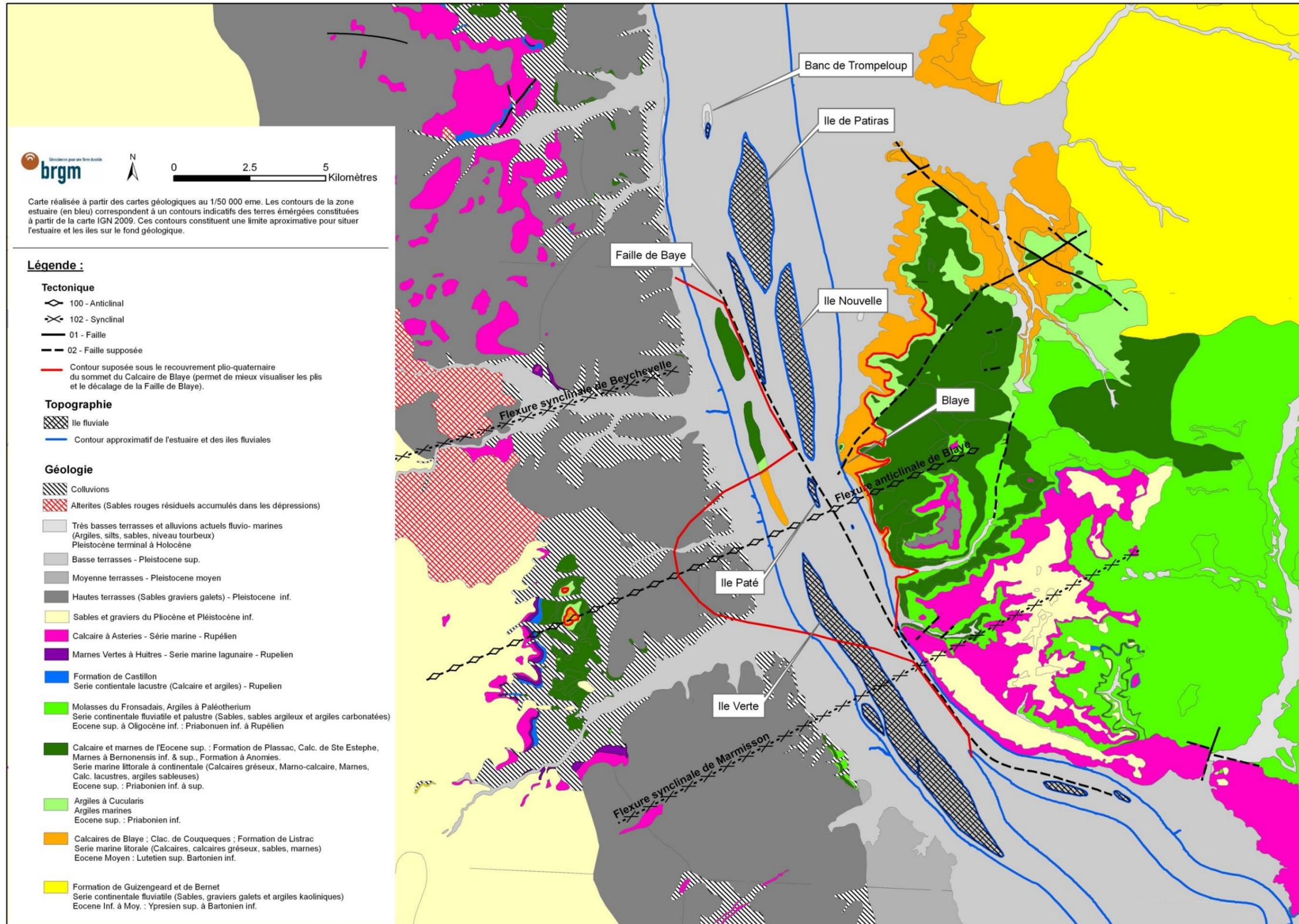


Figure 6 : Carte géologique et structurale du secteur de l'île Nouvelle

2.2. SERIE GEOLOGIQUE DU SUBSTRATUM

Sous l'île Nouvelle, le substratum qui forme l'ossature de l'estuaire est composé des formations géologiques du Blayais, d'âge Eocène inférieur à Quaternaire. Elles figurent parmi les plus anciennes affleurant en Gironde. Recouvert par des alluvions (jusqu'à 30 m), le substratum n'affleure pas à proximité de l'île.

Le log du Blayais (Figure 7) illustre la géologie du substratum de l'île Nouvelle.

Les formations géologiques du substratum sont présentées de la plus ancienne à la plus récente (carte Figure 6 et log¹⁵ Figure 7). Elles témoignent d'une succession de cycles d'invasion marine (transgressions) et de retrait des eaux de mer (régressions).

Sables de l'Eocène inférieur (50-100 m d'épaisseur)

L'Eocène inférieur (Yprésien et base du Lutétien inférieur) est constitué par des dépôts deltaïques continentaux sableux à passages, ligniteux, argileux et pyriteux. Ils évoluent vers un faciès progressivement plus marin : sables gris grossiers coquilliers. Cet ensemble sableux appartient aux formations de Guizengeard, sables inférieurs du Bordelais et Sables de Saint-Bonnet.

Calcaires de Blaye : Eocène moyen (70 m d'épaisseur environ)

Les calcaires de Blaye (Lutétien inférieur à Bartonien inférieur) sont constitués par des dépôts marins littoraux proches d'un delta fluvial. On observe trois ensembles :

- à la base : une alternance de calcaires plus ou moins gréseux et de grès / sables (suivant induration). Il s'agit de séquences marines de delta sableux en continuité avec les dépôts de l'Eocène inférieur observés au même endroit
- au milieu : une alternance de marnes et de calcaires gréseux. Cet ensemble forme un ensemble plus argileux.
- au sommet : un calcaire à chenaux gréseux et litages obliques qui affleure sous la citadelle de Blaye. Le sommet de ce calcaire présente un arrêt de sédimentation local.

Argiles à Cucularis : Eocène moyen (6 à 12 m d'épaisseur environ)

Les Argiles à Cucularis (Bartonien supérieur) sont constituées par des dépôts marins lagunaires. Ce sont des argiles grises sableuses micacées où s'intercalent localement de minces niveaux gréseux ou carbonatés.

Formation de Plassac : Eocène supérieur (1 à 4 m d'épaisseur environ)

La formation de Plassac (Priabonien inférieur) marque un retour temporaire du domaine continental dans la région. Il s'agit de dépôts lacustres côtiers constitués de calcaires et d'argiles lacustres clairs. Les niveaux calcaires sont discontinus.

¹⁵ Log : Coupe de terrain à la verticale d'un point.

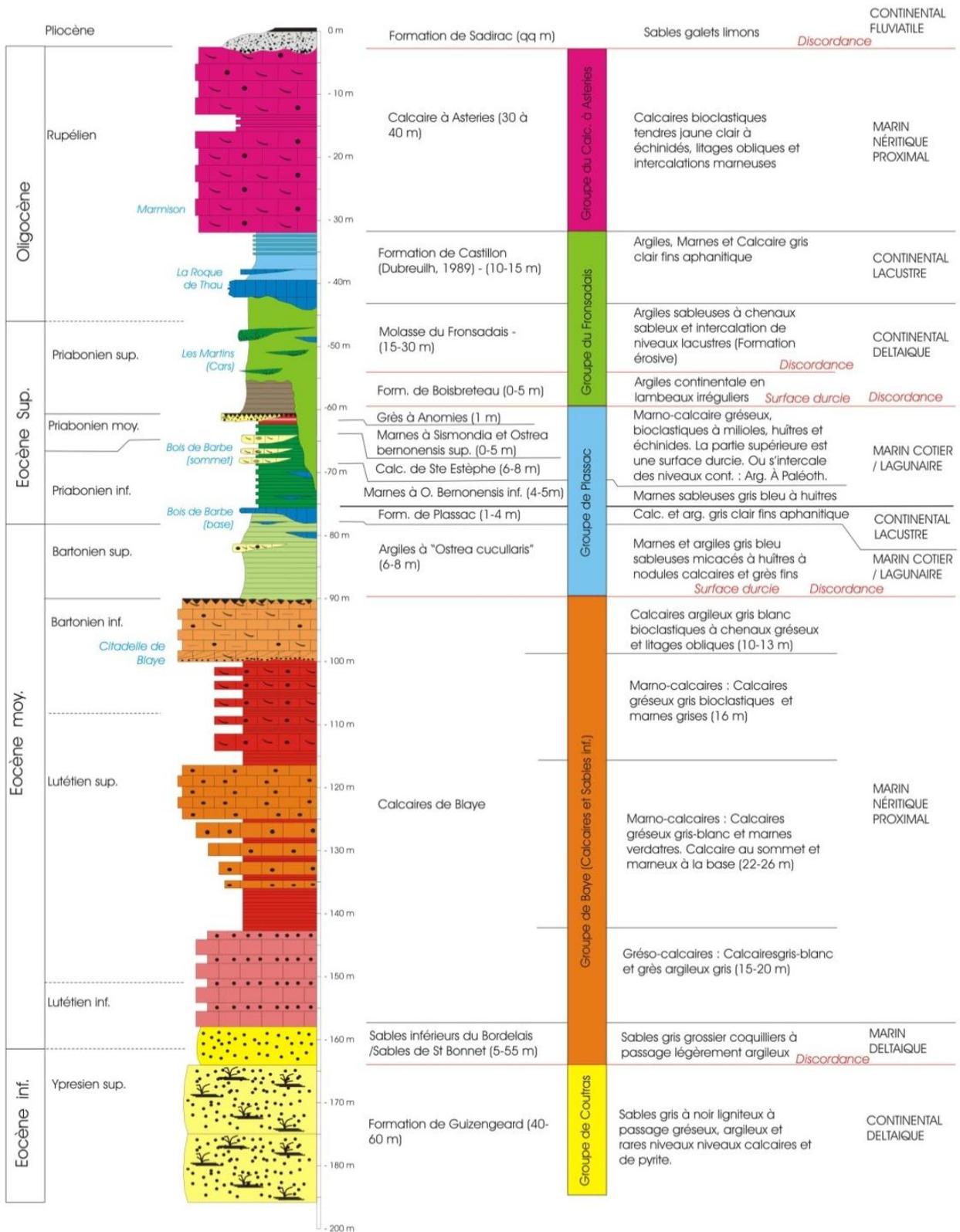


Figure 7 : Log schématique régional du Blayais

Marnes à Bernonensis inférieures : Eocène supérieur (4 à 5 m d'épaisseur environ)

La formation des Marnes à Bernonensis inférieures (Priabonien inf.) marque le retour du domaine marin. Il s'agit de dépôts lagunaires constitués de marnes sableuses gris-bleu à huîtres.

Calcaires de Saint-Estèphe : Eocène supérieur (6 à 8 m d'épaisseur environ)

La formation des Calcaires de Saint-Estèphe est constituée dans le secteur de Blaye par une alternance de marnes et de bancs calcaires bioclastiques à foraminifères¹⁶, huîtres et échinidés¹⁷. Plus à l'ouest dans le Médoc, le calcaire de Saint-Estèphe est plus carbonaté et plus épais.

Marnes à Bernonensis supérieures : Eocène supérieur (0 à 5 m d'épaisseur environ)

La formation des Marnes à Bernonensis supérieures (Priabonien moyen) est aussi appelée Marnes à Sismondia et Ostrea bernonensis supérieures. Il s'agit de dépôts marins lagunaires constitués de marnes sableuses gris-bleu à huîtres du même type que son homologue « inférieur ».

Formation à Anomies : Eocène supérieur (0 à quelques m d'épaisseur)

La Formation à Anomies (Priabonien moyen) est un dépôt marin littoral constitué de calcaires et de grès riches en fossiles. Ce dépôt constitue une surface durcie liée à une régression au Priabonien moyen. Il est irrégulier et constitue le dernier épisode marin de l'Eocène. Il passe latéralement dans le continent aux molasses.

Molasses du Fronsadais (15 à 30 m d'épaisseur environ)

Entre le Priabonien supérieur et le Rupélien basal, des dépôts molassiques continentaux (fluviaux deltaïques) se mettent en place. La base de cette formation est érodante et crée des entailles dans les formations antérieures. Les dépôts sont constitués d'argiles calcaires plus ou moins sableuses à chenaux sablo-argileux.

Formation de Castillon (10 à 15 m d'épaisseur environ)

Au Rupélien basal, se dépose un ensemble continental lacustre constitué de calcaires fins et de marnes gris clairs aphanitiques¹⁸.

Formation du Calcaire à Astéries (10 à 15 m d'épaisseur environ)

Au Rupélien basal, la mer revient dans la région et dépose un ensemble à dominante calcaire (transgression marine). Les dépôts débutent par un niveau de marnes à huîtres de quelques

¹⁶ Organisme planctonique millimétrique à infra millimétrique qui peut présenter une coquille calcaire appelé « test » qui forme un constituant important des carbonates et permet de dater ces derniers.

¹⁷ Echinidés : Aussi appelés Echinodermes : Embranchement regroupant les étoiles de mers, les oursins, les concombres de mers, les crinoïdes (Lys de mers), les ophiures (sorte d'étoile de mers). En règle générale ils ont la particularité de présenter un squelette cristallisé en calcite ayant une symétrie pentagonale. Une fois fractionnés, les débris forment un constituant important des carbonates : on parle d'entroques.

¹⁸ Aphanitique : Qui ne présente pas ou peu d'éléments constitutifs

décimètres à 1m (« Marnes à Longirostris »). Les marnes et marno-calcaires évoluent vers des calcaires bioclastiques à entroques, bryozoaires¹⁹ et localement des polypiers²⁰ qui présentent des litages obliques. Au sommet, se mettent en place des dépôts molassiques continentaux (fluviaux deltaïques). Le Calcaire à Astéries présente 3 grandes séquences qui contiennent localement des niveaux marneux et gréseux.

Dépôts postérieurs au Calcaire à Astéries

Dans le secteur étudié, il n'y a pas de trace des dépôts de l'Oligocène supérieur (régression), du Miocène inférieur (transgression) et du Miocène moyen et supérieur (régression). Les formations observées sont les sables et graviers du Quaternaire ancien (sur le plateau de Marmisson et dans le Médoc), des terrasses emboîtées (Quaternaire du Médoc) ainsi que des sables rouges résiduels ferrugineux éolisés au nord de l'Anticlinal de Blaye. Le dernier épisode est constitué par les alluvions récentes de l'estuaire appelées aussi « Flandrien ». Ce sont ces dépôts qui constituent l'île Nouvelle.

2.3. SUBSTRATUM DES DEPOTS DE L'ILE NOUVELLE

L'île Nouvelle repose sur le calcaire de l'Eocène moyen de Blaye qui se trouve à 29 m de profondeur comme le montre le sondage PZEM 15 de l'île Nouvelle (Figure 8).

A l'ouest, au niveau du compartiment abaissé, le substratum de l'estuaire est constitué par le Calcaire de Blaye, les Argiles à Cucularis et les marnes et calcaires de l'Eocène supérieur.

La Figure 9 représente une coupe géologique de l'estuaire traversant l'île Nouvelle qui met en évidence :

- la faille de Blaye (en rouge) cachée sous le lit de la Gironde qui a probablement joué un rôle dans la répartition des faciès ;
- la lithologie calcaire du substratum avec dans l'Eocène moyen basal à inférieur le passage de sables à l'est à des calcaires à l'ouest ;
- les terrasses emboîtées (en vert) ;
- le remblayage tardif du Flandrien (en gris).

Les Figure 10 et 11 illustrent la géologie et les structures du substratum de l'île Nouvelle :

- la flexure anticlinale qui est exondée au niveau de Blaye, abaissée dans le Médoc et qui s'observe au niveau du contact de l'Eocène moyen ;
- la surélévation du compartiment blayais à l'est, par rapport au compartiment médocain à l'ouest, séparés par la faille de Blaye dont la position est mal connue.

La Figure 10 est schématique (épaisseurs et pendages non respectés) tandis que la Figure 11 montre le même secteur avec les pendages et les épaisseurs réels.

Enfin, sur ces 3 figures, il est possible d'observer les différentes incisions et discordances connues sur le secteur :

¹⁹ Bryozoaire : Embranchement aussi appelé « Ectoprocta » constitué de petits organismes vivant en colonies comme les coraux.

²⁰ Communément appelé coraux.

- le sommet du Priabonien moyen (base de l'Eocène supérieur) est localement incisé par les molasses (Priabonien supérieur à Rupélien basal) déposées lors d'une régression ;
- les dépôts du Plio-Quaternaire sont constitués par la Formation de Belin (rive gauche) et la formation d'Oriolles (rive droite) supposées synchrones et d'âge Gélasien (Quaternaire basal²¹). Elles sont constituées de sables et graviers kaoliniques. Leur différence d'altitude entre la rive droite et la rive gauche témoignerait soit d'une exondation du compartiment du Blayais, soit une subsidence du compartiment médocain depuis le Gélasien (Quaternaire basal) ;
- les terrasses emboîtées du Pléistocène inférieur à moyen sont déposées en discordance sur les dépôts Plio-Quaternaire ;
- les dépôts estuariens du Pléistocène supérieur (« Würm ») et de l'Holocène synchrones des dépôts éoliens sont déposés en discordance sur les terrasses emboîtées.

²¹ Le Gélasien était autrefois incorporé au Pliocène.

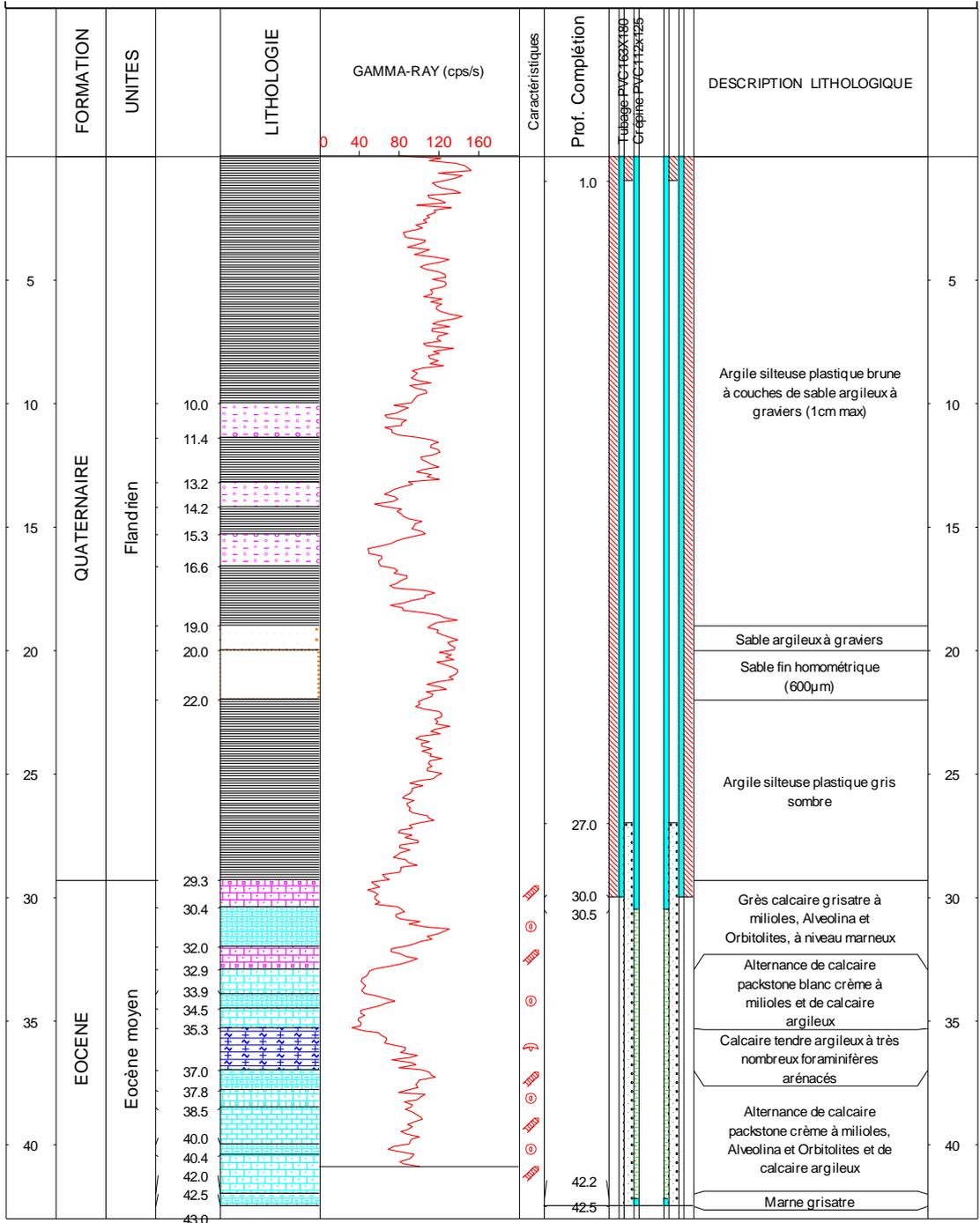


Figure 8 : Log du forage PZEM 15 (n° BSS : 07791X0222/PZEM15) dans le hameau de l'île Nouvelle (Platel, 2008)

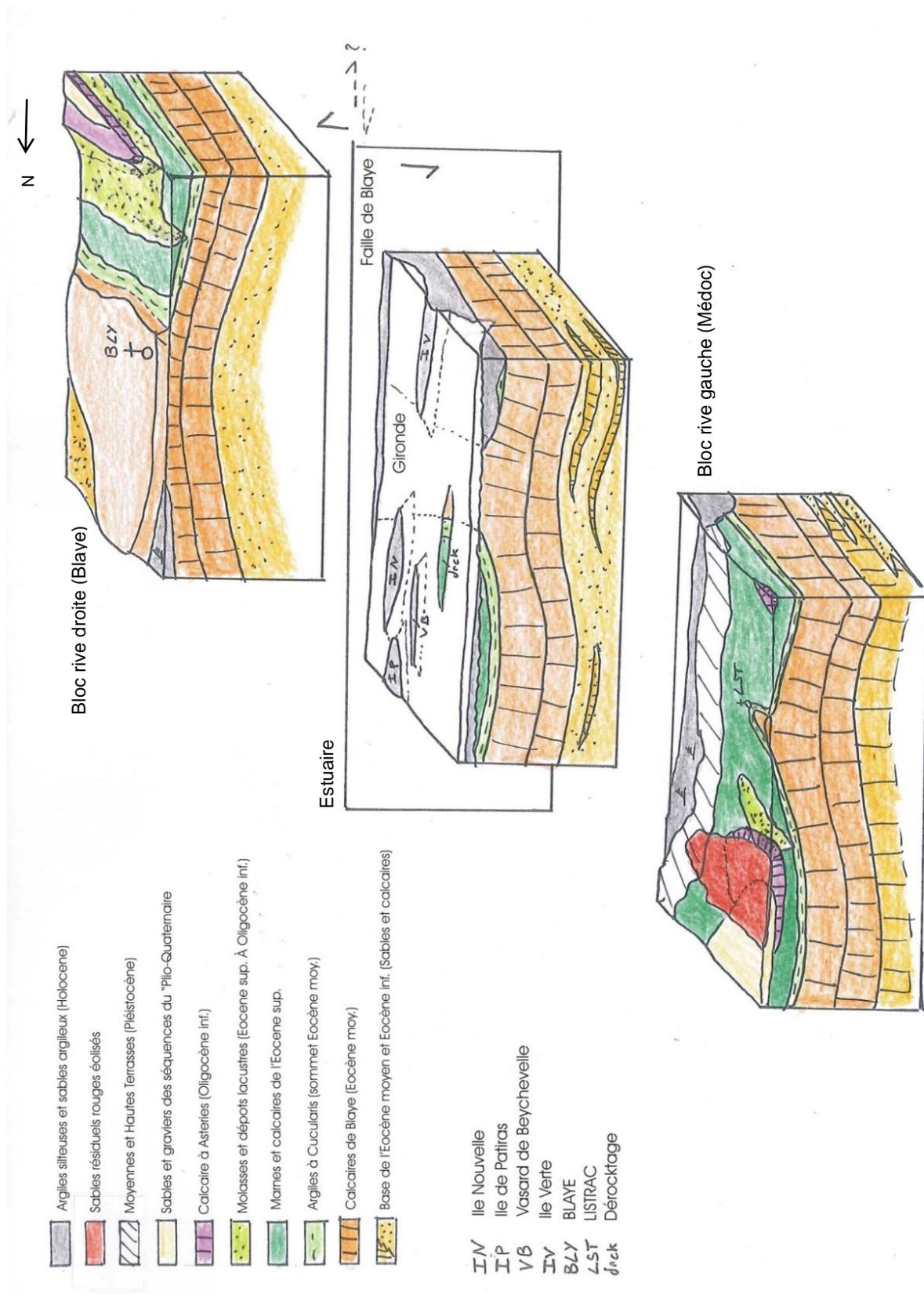


Figure 10 : Schéma illustrant le substratum sous le secteur de l'île Nouvelle et l' « Anticlinal » de Blaye-Listrac, les pentages sont exagérés

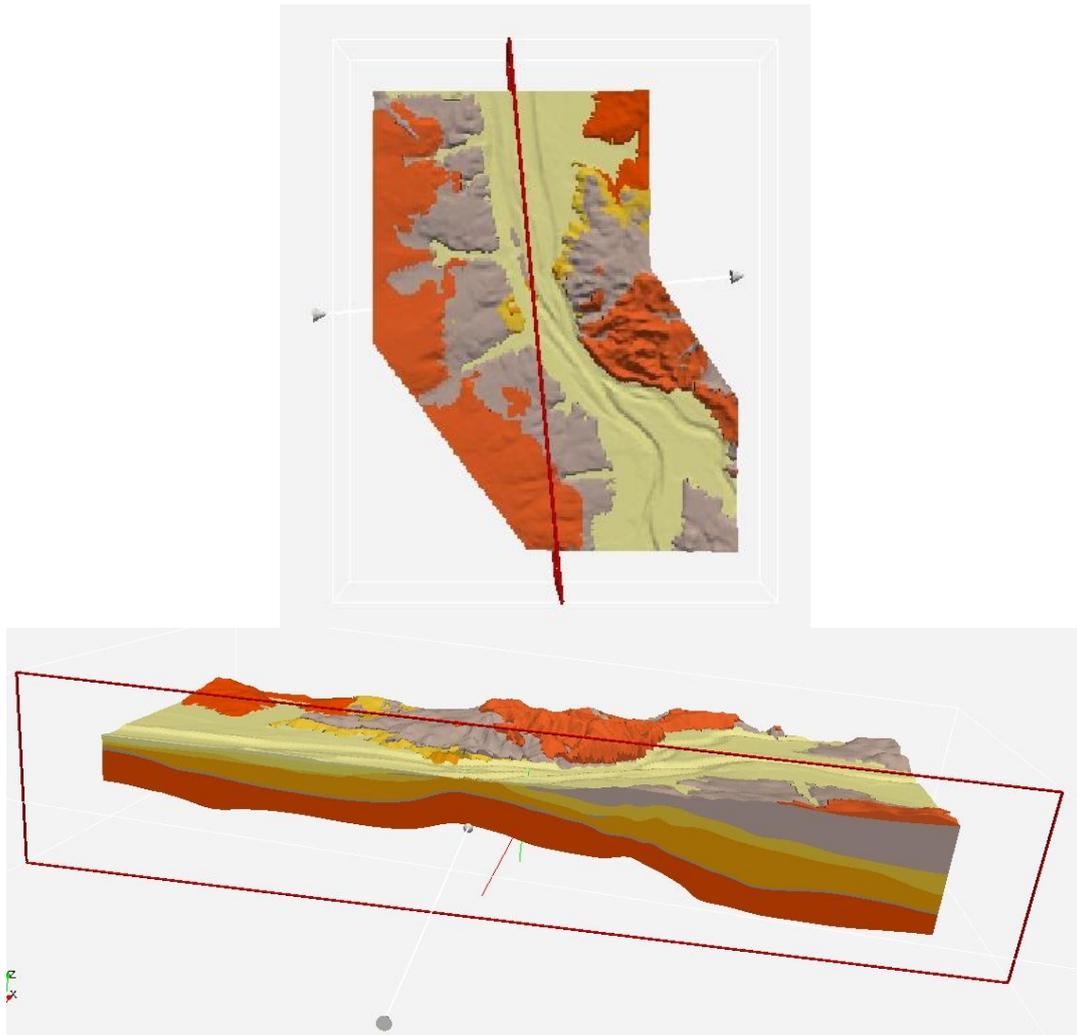


Figure 11 : Modèle du secteur, réalisé pour étudier la nappe de l'Eocène. On observe, sur la coupe, l'anticlinal de Blaye-Listrac sous l'estuaire, avec les pendages réels.

2.4. LE FLANDRIEN DANS LE SECTEUR DE L'ILE NOUVELLE

2.4.1. Faciès sédimentaires en lien avec les conditions hydro-morphosédimentaires

Dans la zone amont de l'estuaire actuel, entre Ambès et Saint-Vivien-du-Médoc, les dépôts sont argileux à argilo-sableux et ponctués de barres tidales (ou barres de marée) constituées de sables et de « galets mous » (Jouanneau, 1983) (Figure 12).

Dans la zone aval de l'estuaire, les dépôts sont plus grossiers (sables à débris bioclastiques). Latéralement, sur les berges, se développent des marais littoraux (slikkes et schorres) au Quaternaire récent.

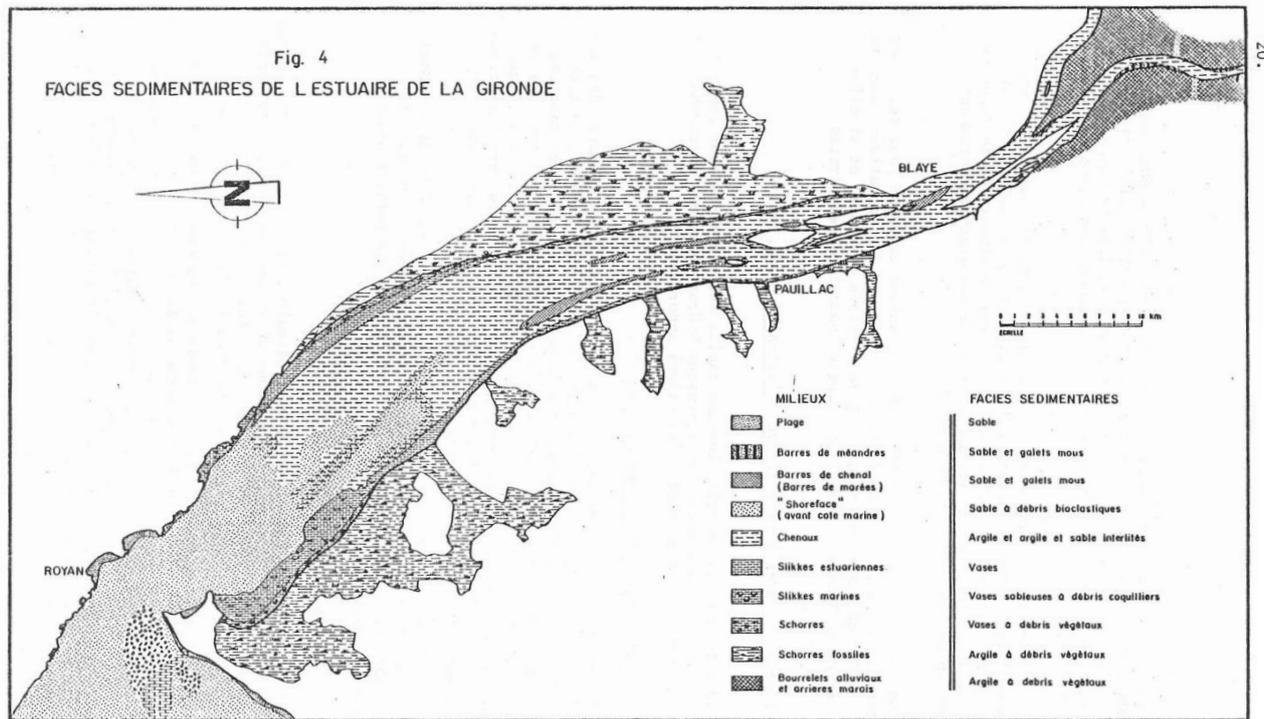


Figure 12 : Faciès des dépôts récents de l'Estuaire de la Gironde (Jouanneau, 1983)

La variation spatiale des dépôts est contrôlée par le régime du fleuve, qui est expliqué par un schéma conceptuel sur la Figure 13 (Allen et al., 1974). L'estuaire peut être divisé en 4 segments selon les conditions hydrodynamiques :

- estuaire fluvial (amont d'Ambès) : les cours de la Dordogne et de la Garonne sont méandriques avec présence de barres de méandres ;
- estuaire amont (Ambès à Saint-Estèphe, où se situe l'île Nouvelle) : les chenaux sont anastomosés de nombreuses barres de marées formant des bancs sableux et des îles sur lesquels apparaissent des slikkes²² ;
- estuaire aval (Saint-Estèphe au Verdon-sur-Mer) : la morphologie se simplifie avec l'apparition de deux chenaux (flot et jusant²³) et la raréfaction des îles et bancs fluviaux. L'environnement marin est plus marqué (slikkes et schorres bien développés). Les apports sédimentaires par le courant de flot s'observent à l'embouchure ;
- embouchure (au-delà du Verdon-sur-Mer) : les cordons dunaires se développent sur le littoral. Les dépôts de cette zone correspondent à un domaine marin et sont plus sableux.

²² Les slikkes et schorres constituent des vasières d'estran. Les slikkes désignent les vases recouvertes à chaque marée, les schorres constituent la partie amont de l'estran, végétalisée, immergée qu'à l'occasion d'épisodes exceptionnels.

²³ Le flot est la venue d'eau à marée montante ; le jusant est le retrait de l'eau à marée descendante.

Cette segmentation a pu subir des translations d'amont en aval ou inversement ce qui a eu pour conséquences de générer l'empilement de faciès sédimentaires différents sur un même site. Le moteur de ces translations résulte de la combinaison de 3 facteurs, à savoir : les variations eustatiques, les variations tectoniques et les variations des apports sédimentaires (Figure 14).

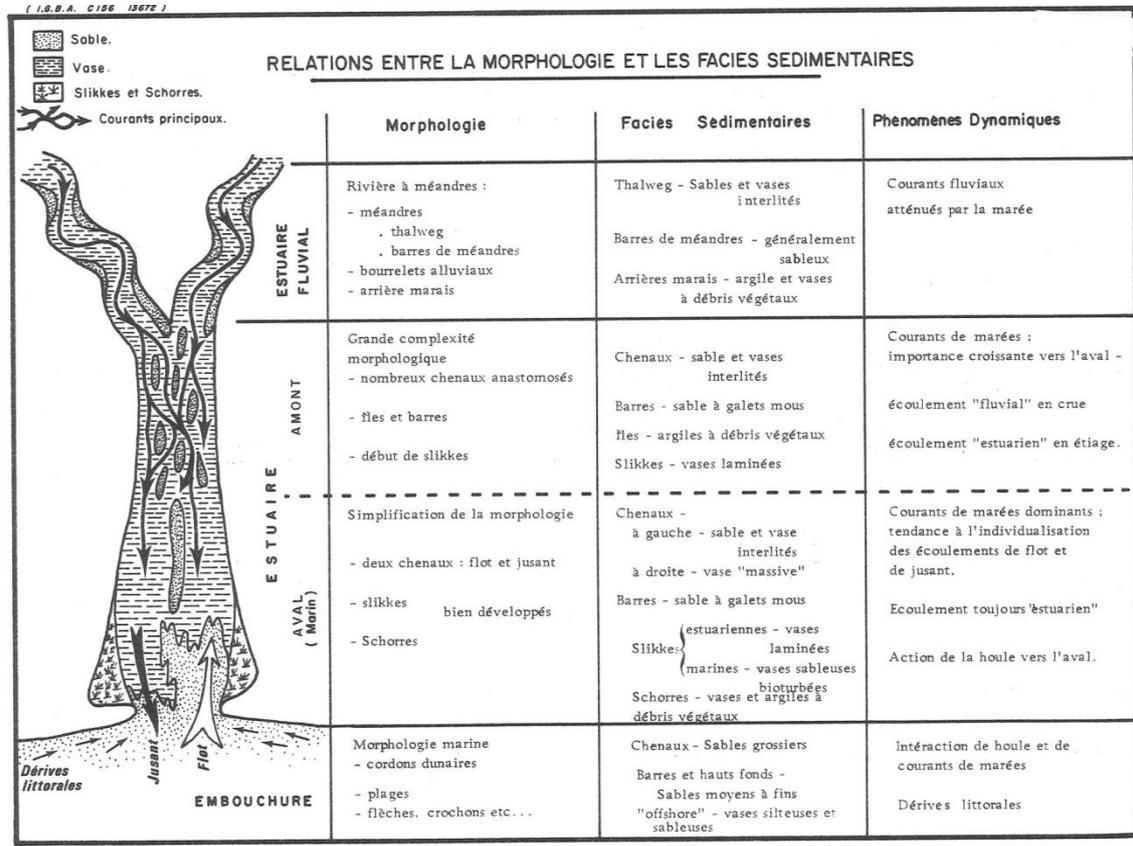


Figure 13 : Schéma conceptuel de la morphologie de l'Estuaire de la Gironde (Allen et al., 1974).

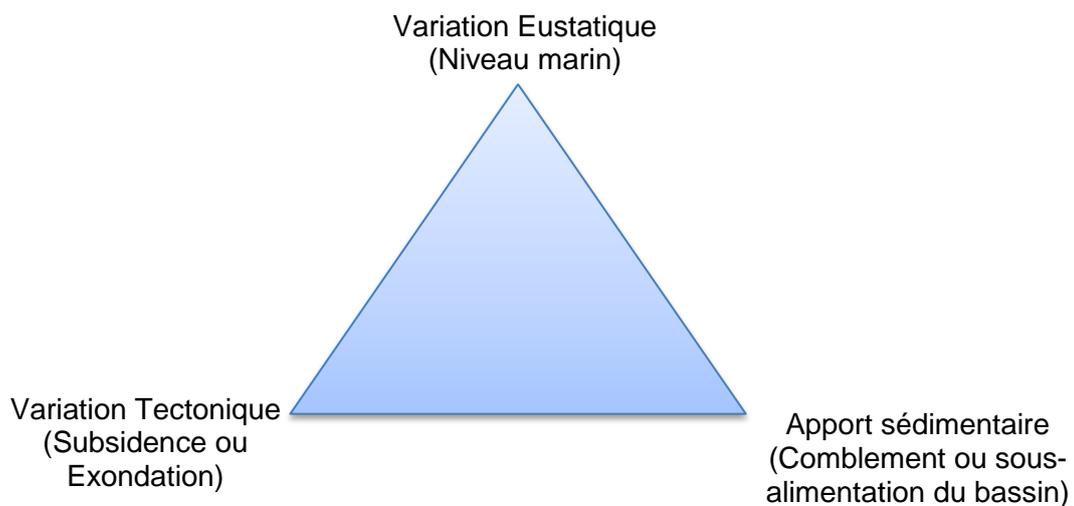


Figure 14 : Les facteurs influençant les cycles transgression / régression.

2.4.2. Séquences de dépôts Holocène

En l'absence de coupe géologique au droit de l'île Nouvelle, l'analyse s'appuie sur la séquence de l'Holocène²⁴ au niveau du Bec d'Ambès, décrite par Allen & Klingebiel (1974, Figure 15). Elle donne une idée de l'évolution de dépôts, même si cette coupe se situe en amont de l'île Nouvelle et présente donc un faciès de « rivière à méandre » plus marqué. La même coupe au droit de l'île Nouvelle mettrait en évidence un faciès de « régime estuarien » plus marqué.

La coupe (Figure 15) permet de noter la présence d'un remblaiement grossier de 25 000 à 10 000 ans BP²⁵ avec une base érodante ayant provoqué une incision dans le substratum (Figure 9). Il s'agit de la fin de la période glaciaire du Pléistocène supérieur : Wieschélien (« Würm »)²⁶, caractérisée par des dépôts de sables, graviers et galets communément appelés dans la région « Terrasses sous-flandriennes ». Ces matériaux ont été déposés dans un cours d'eau à bras anastomosés, se rapprochant d'un régime torrentiel.

Au-dessus du « Würm » se sont déposés des dépôts fluviaux à méandres de 10 000 à 7 000 ans BP (période Pré-boréale à Boréale). Ces dépôts sont formés par des argiles laminées à lentilles sableuses (« Bourrelet alluvial »), des sables (Barre de méandres) et des argiles à végétaux (faciès palustre).

Entre 7000 et 3000 ans BP (Période Atlantique et Sub-Boréale), les dépôts sont caractéristiques d'un régime estuarien : l'influence des marées effectue un brassage et une homogénéisation des dépôts, qui se caractérisent par un profil granulométrique très fin avec des argiles homogènes et des argiles laminées à lentilles sableuses.

Après 3000 ans BP (Période Sub-Atlantique), les dépôts au Bec d'Ambès sont à nouveau de type fluvial à méandres. En aval, ce type de dépôts reste estuarien.

²⁴ Aussi appelé « Flandrien ».

²⁵ BP : Before Present : « Avant le temps présent ». En géologie du Quaternaire, on considère l'origine des temps à l'année 1950. Ainsi les pyramides d'Égypte ont été construites en 2500 avant JC ou 4500 ans BP. Il est possible d'arrondir à 2000 ans et même de négliger cette différence pour les périodes de temps anciennes car la précision de la mesure est supérieure à cette période. Cette échelle est liée aux datations carbone 14 utilisées au Quaternaire, 1950 correspondant aux premiers essais nucléaires.

²⁶ En Aquitaine, il est possible d'utiliser 2 nomenclatures pour les noms de périodes du Quaternaire : la nomenclature alpine (Würm, inter Riss/Würm, Riss ...) et la nomenclature Nord Atlantique (Wieschélien, Eémien, Saalien ...) à privilégier en Aquitaine.

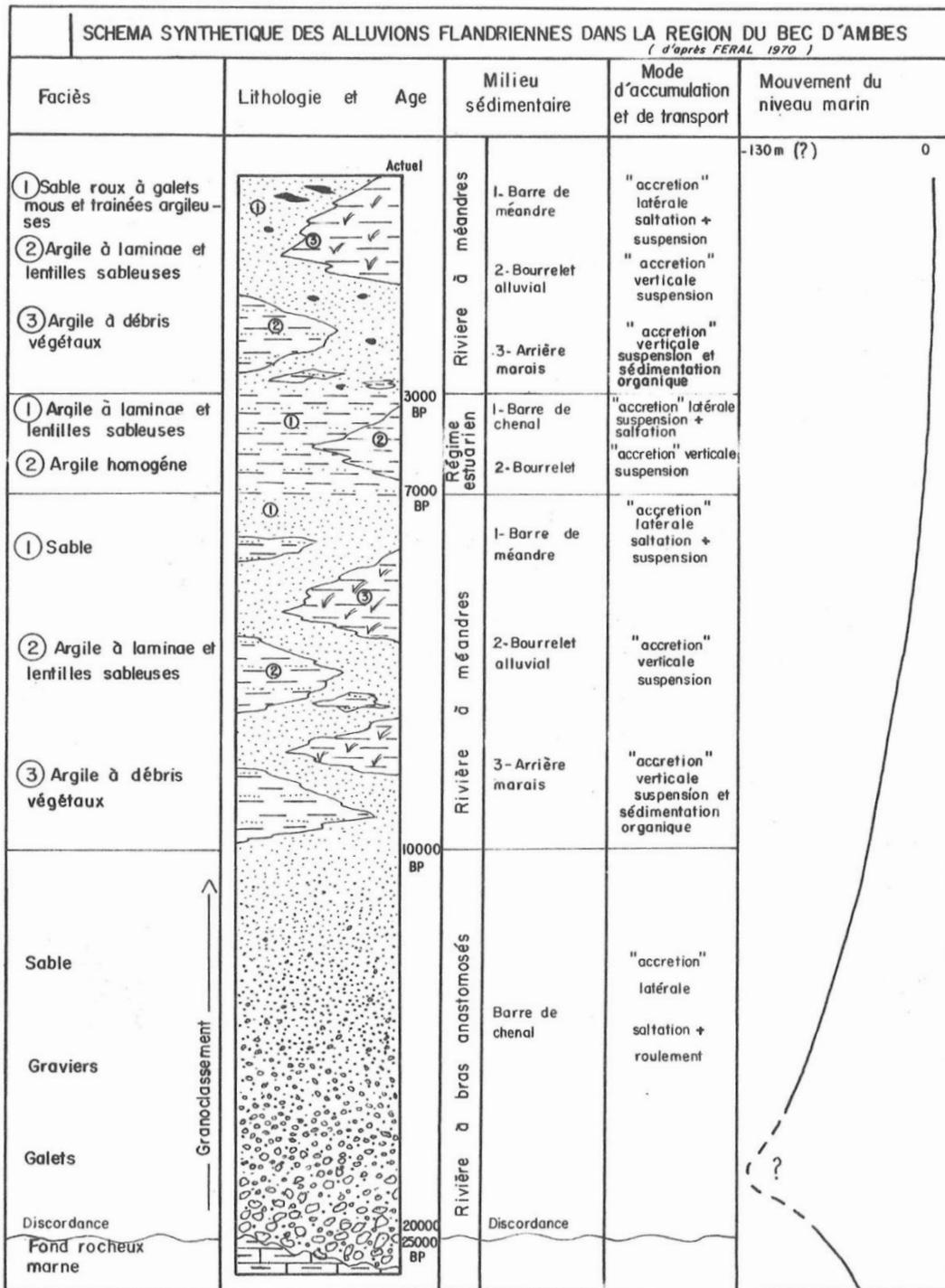


Figure 15 : Séquence type de l'Holocène au Bec d'Ambès (Allen et al., 1974)

2.4.3. Evolution paléogéographique

Allen et al., (1970) présentent une reconstitution de l'histoire récente de l'Estuaire (Figure 16).

Lors de la dernière période glaciaire (fin du « Würm »), le substratum rocheux constitué par l'Eocène et l'Oligocène a été incisé et mis à nu (Allen et al., 1970). Durant le « Würm », le niveau marin a pu descendre jusqu'à -120 m en dessous du niveau actuel. Il se situe à la fin de cette période à - 50 m (Allen, Klingebiel, 1974).

A l'Holocène, le niveau marin augmente. Les incisions sont remblayées par des alluvions grossières qui évoluent vers des dépôts de plus en plus fins. Avec l'augmentation du niveau marin, le régime du fleuve se modifie et évolue d'un régime en chenaux anastomosés torrentiel vers un régime à méandres puis un régime estuarien générant des dépôts beaucoup plus fins qui viennent ennoyer les paléo-reliefs.

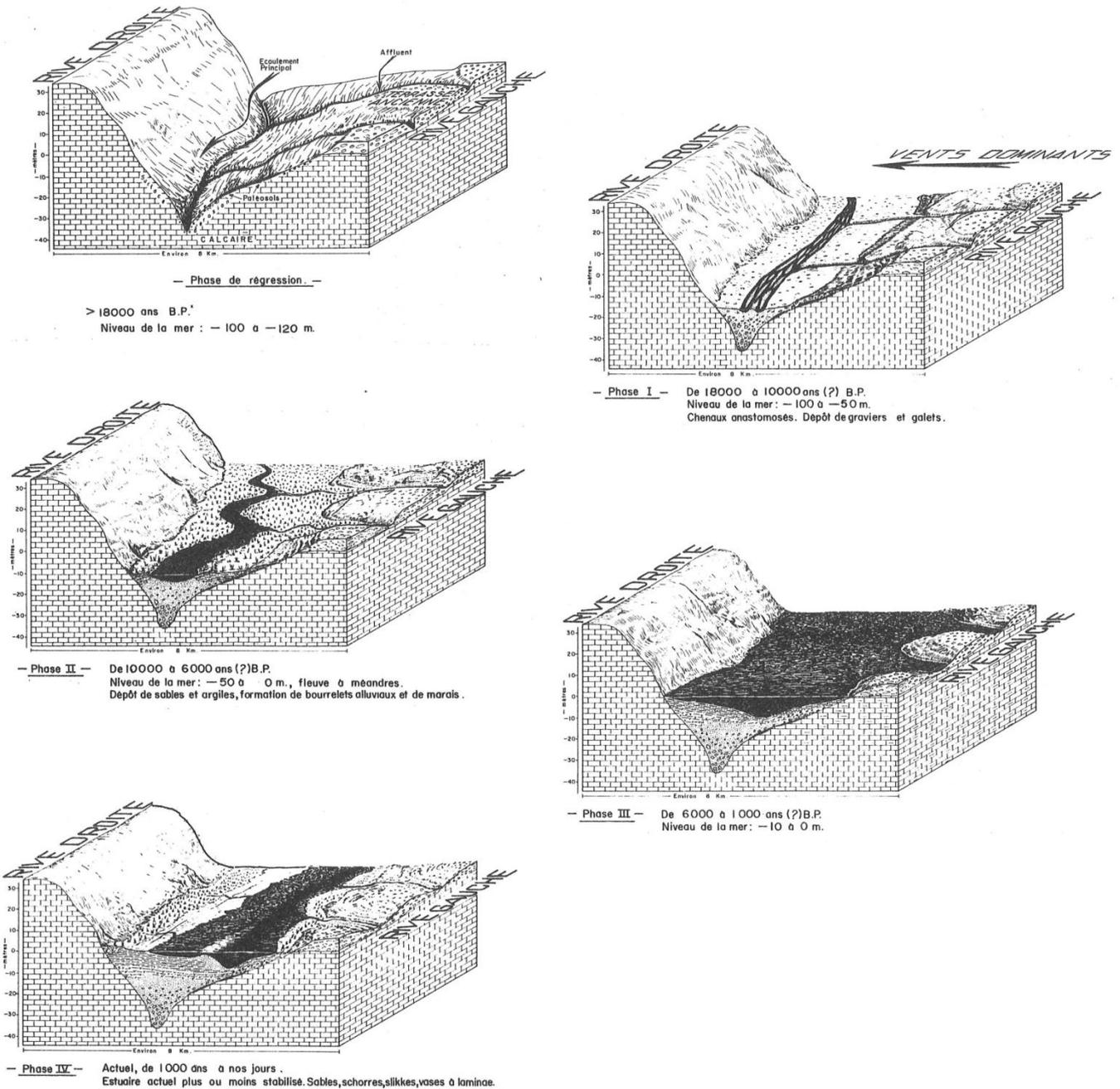


Figure 16 : Evolution schématique de la morphologie de l'estuaire entre Pauillac et Le Verdon (Allen et al., 1970)

2.5. FORMATIONS SUPERFICIELLES DE L'ÎLE NOUVELLE

La visite de terrain qui a eu lieu le 28 Janvier 2013 avait notamment pour objectifs d'analyser les sédiments superficiels de l'île Nouvelle et de les mettre en lien avec les processus « hydro-morphosédimentaires ».

L'île Nouvelle correspond initialement à une barre tidale argilo-silteuse correspondant elle-même à une formation fluviatile édifiée à l'Holocène. Elle a ensuite été aménagée en polders (bassins endigués) par l'intervention de l'homme au XIX^{ème} siècle. Lors de la tempête Xynthia (28/02/2010), la formation d'une brèche dans la digue au nord-est de l'île a permis des entrées d'eau de l'estuaire sous l'effet des marées, ce qui a eu pour conséquences d'éroder l'intérieur du bassin nord de l'île. Ce bassin est actuellement en cours de dépoldérisation.

Lors de la visite de terrain, il a été vérifié que :

- le substratum n'affleurerait pas comme souligné dans le paragraphe 2.4.2.4.2. En revanche, il affleure de part et d'autre de l'estuaire et par endroit au fond de l'estuaire (passe de navigation) ;
- les sédiments superficiels de cette île ne présentaient pas de variation lithologique spatiale. Le sondage PZEM 15 (Platel, 2008) confirme cette homogénéité sur 10 m d'épaisseur.

Il a également été constaté :

- une érosion de la rive est (talus abrupts et profil très découpé, Figure 17) et une accrétion de la rive ouest (talus plus lissé, pente douce). Ces observations témoignent d'une tendance générale au déplacement de l'île vers le sud-ouest ;
- un creusement du bassin nord de l'île selon les anciens axes artificiels de drainage (drains agricoles) sous l'effet des courants de marée pénétrant à l'intérieur du bassin après l'apparition de la brèche (Figure 18 et Figure 19) ;
- un fort envasement au sud du bassin nord de l'île (Figure 20 et Figure 21) avec accumulation de bois et de déchets flottants au sud-ouest de ce bassin (Figure 22) ;
- un dépôt d'argile de plusieurs décimètres d'épaisseur en quelques mois, entre les 2 visites de terrain de mai 2011 et de janvier 2013 (Figure 23) ;



Figure 17 : Talus de la digue, côté est de l'île Nouvelle (photo mai 2011).



Figure 18 : Retrait des eaux à marée descendante dans l'île Nouvelle (photo janvier 2013).



Figure 19 : Retrait des eaux à marée descendante dans l'île Nouvelle (photo janvier 2013).



Figure 20 : Digue qui sépare le bassin nord (à gauche) du reste de l'île Nouvelle (à droite). Noter l'envasement visible sur la photo à gauche (photo janvier 2013).



Figure 21 : Envasement de la partie sud du bassin nord de l'île Nouvelle (photo janvier 2013).



Figure 22 : Accumulation de bois et déchets flottés dans le coin sud-ouest du bassin nord (photo janvier 2013).



Figure 23 : Dépôt 2011-2013 d'argiles, au niveau de la brèche nord sur l'ancien sol de l'île Nouvelle (photo janvier 2013).

2.6. EVALUATION DE L'INFLUENCE DU CONTEXTE GEOLOGIQUE SUR L'EDIFICATION ET L'EVOLUTION ACTUELLE DE L'ILE NOUVELLE

L'analyse du contexte géologique a permis de mettre en évidence que l'édification de l'île à l'Holocène. En revanche la géométrie de la Gironde est influencée par les failles.

Les principales observations sur le contexte géologique sont les suivantes :

- le cours de l'estuaire a été influencé par la présence de failles normales orientées dans son axe et séparant un compartiment relevé à l'est (Blayais) d'un compartiment abaissé à l'ouest (Médocain). A ces failles sont associées :
 - o des flexures peu marquées formant de petits anticlinaux perpendiculaires à l'estuaire (flexure de Blaye-Listrac),
 - o des failles nord-sud, a priori décrochantes, ayant pu avoir une activité récente, supposée mais jamais mise en évidence, et avoir modifié le tracé de cours d'eaux (Dronne, Dordogne).
- le substratum de l'estuaire est composé de formations géologiques qui témoignent d'une succession de cycles d'élévation et de baisse du niveau marin depuis l'Eocène et qui forment un resserrement rocheux dans le secteur de l'île Nouvelle. Il a donc également dû jouer un rôle sur l'évolution du cours de l'estuaire au début du Quaternaire et donc sur l'apparition d'îles.
- la remontée du niveau marin depuis la fin du Würm (environ 10 000 ans) entraîne le comblement d'un ancien canyon, creusé dans le sommet du substratum sous l'estuaire lors d'une période de bas niveau marin (dernière glaciation) de l'Holocène. Ce canyon est comblé par une trentaine de mètres de dépôts flamands qui constituent l'île Nouvelle et dont les faciès sédimentaires témoignent des variations de régime du fleuve induites par l'eustatisme (variations du niveau marin) en association avec les mouvements tectoniques et les apports sédimentaires. C'est pourquoi, de la base au sommet de la séquence géologique, les dépôts évoluent de dépôts torrentiels en lits anastomosés (galets, graviers et sables) à des dépôts fluviaux à méandres (argiles et sables) puis à des dépôts estuariens (argiles et plus rarement des sables).
- les dépôts actuels estuariens sont constitués de vases et de bancs qui se déplacent, disparaissent et apparaissent au grès des mouvements des chenaux du fleuve. Lorsqu'un banc se stabilise dans le temps, il s'accroît, reste émergé à marée haute et se végétalise. Une île fluviale se forme. Elle disparaît lorsque les conditions hydrodynamiques évoluent et en l'absence d'intervention de l'homme pour la stabiliser. C'est l'activité humaine depuis le 19^{ème} siècle qui a stabilisé les îles actuelles.
- les observations de terrain montrent une tendance au déplacement de l'île Nouvelle vers le sud-ouest. Sur le compartiment nord étudié : l'est de l'île semble soumis à une érosion formant un talus abrupt dans lequel une brèche s'est formée au nord-est utilisant un ancien drain agricole. Tandis que l'ouest de l'île présente un talus avec une pente plus faible, ainsi qu'une accumulation de sédiments et d'éléments flottés au sud-ouest, témoins d'une tendance au déplacement et à l'accumulation de matériaux vers le sud-ouest.

En conclusion, la synthèse des connaissances géologiques ainsi que les visites de terrain permettent de conclure que l'évolution actuelle de l'île Nouvelle et le processus naturel de dépoldérisation ne sont pas contrôlés par le contexte structural ni par la nature du substratum (Eocène) de l'île car il se situe sous une trentaine de mètres de sédiments Flandriens meubles.

Cette évolution actuelle semble contrôlée par l'évolution des conditions hydrodynamiques de l'estuaire qui font l'objet du volet 2 « dynamique sédimentaire » mené par l'équipe METHYS du laboratoire EPOC (Université Bordeaux1).

En revanche, les aspects structuraux ont participé, par l'intermédiaire des failles (cf. paragraphe 2.1), à l'orientation de l'estuaire au Quaternaire ancien. Cette orientation influe en partie les conditions hydrodynamiques actuelles.

2.7. PERSPECTIVES SUR LA THEMATIQUE GEOLOGIE

Dans la mesure où le contexte géologique (contexte structural et nature du substratum) ne semble pas influencer le phénomène de dépoldérisation naturel en cours, il n'est pas nécessaire d'approfondir les connaissances actuelles malgré certaines lacunes. C'est pourquoi, aucun programme d'acquisition de données complémentaires, ni la réalisation d'études plus approfondies n'est recommandée dans le cadre de ce projet, à visée opérationnelle de gestion.

En revanche, les lacunes de connaissance générale sur l'édification et l'évolution actuelle de l'île pourraient être comblées à partir :

- de comparaisons avec d'autres îles disparues ou en formation (banc de Plassac par exemple) ;
- de la réalisation de sondages géophysiques et de datation des terrasses afin d'effectuer une reconnaissance des failles ainsi que de leur mouvement récent. Ces études complémentaires permettraient d'améliorer la connaissance de la tectonique (plis, failles et subsidence²⁷ par exemple) qui pourrait avoir joué un rôle dans la modification du régime du cours d'eau et la structuration de l'estuaire.

Enfin, l'état des connaissances géologiques de l'île et de l'estuaire réalisé pourra être exploité dans le cadre d'une démarche pédagogique pour la valorisation de l'île.

²⁷ Subsidence : Phénomène tectonique d'abaissement de structures lié principalement à un effondrement d'un bassin, guidé par un jeu normal (faille normale ou cisailante avec un jeu normal). Récemment d'autres formes de subsidence ont été mise en évidence comme : la subsidence thermique (abaissement lié à un rééquilibrage dans la croûte après une remontée du manteau) ou la subsidence périphérique à une subduction ou une collision (bassin d'avant pays). D'autres phénomènes de subsidence très localisés existent (enfoncement lié à la formation d'une calotte glaciaire, à l'abaissement importante d'une nappe phréatique, à la dissolution d'évaporites en profondeur, à l'effondrement d'anciennes zones minières, ...).

3. Contexte hydrogéologique de l'île Nouvelle

L'objectif est ici de recenser les réservoirs au droit de l'île Nouvelle et de son environnement immédiat et de faire l'état des connaissances sur les nappes concernées. Le recueil des données a été effectué à partir d'une analyse bibliographique ainsi que d'une reconnaissance sur le terrain le 28 janvier 2013.

Cette synthèse va permettre de caractériser le fonctionnement hydraulique de l'île Nouvelle au niveau superficiel et souterrain et d'évaluer les interactions entre les eaux souterraines et l'île Nouvelle. Ces travaux devront déterminer si l'hydrogéologie a pu jouer un rôle dans l'évolution géomorphologique de l'île Nouvelle et dans le processus actuel de dépoldérisation.

3.1. INVENTAIRE DES RESERVOIRS PRESENTS SUR L'ILE

La coupe de l'ouvrage PZEM15 réalisé sur l'île Nouvelle (Figure 8) en 2007 montre la succession des formations rencontrées jusqu'à 43 m de profondeur (Platel, 2008). Le premier réservoir identifié est celui de l'Éocène moyen à près 30 m de profondeur. Les formations flandriennes qui surplombent ce réservoir sont constituées d'argiles silteuses plastiques intercalées de fins niveaux de sables argileux : elles forment un aquitard ou éponte²⁸. Les observations effectuées sur le terrain indiquent qu'il n'y a pas de variations dans les dépôts de l'île, il s'agit d'une barre tidale argilo-silteuse. Il n'existe donc pas de nappe superficielle (nappe phréatique) sur l'île. La seule ressource en eau souterraine de l'île correspond donc à la nappe captive de l'Éocène moyen.

La nappe de l'Éocène, autrefois artésienne au droit de Bordeaux, est d'extension régionale. Elle a depuis longtemps largement été sollicitée pour l'alimentation en eau potable dans le département de la Gironde. En 2011, c'est près de 53,7 millions de m³ qui ont été prélevés pour cet usage. Elle constitue donc une ressource stratégique pour le département qu'il est indispensable de préserver.

Du fait de l'importance de cette nappe, de nombreuses cartes piézométriques ont été dressées à partir des années 1950 afin d'étudier les modalités de circulation (zones d'alimentation, exutoires, axes de drainage) et de surveiller la baisse de la piézométrie induite par les prélèvements effectués sous Bordeaux. La carte piézométrique de la nappe éocène est marquée par les éléments suivants (Figure 24) :

- les forts potentiels mesurés au nord-est du Bassin aquitain traduisent la présence d'une importante zone de mise en charge dans ce secteur,
- la structure de Villagrains-Landiras, caractérisée par une lacune des formations éocènes, semble, elle aussi, jouer localement un rôle dans la mise en charge de la nappe,
- orientée sur l'axe de la Gironde et de la Garonne, il existe une zone de convergence, correspondant à un axe de drainage à l'amont et plus à l'aval à un exutoire,
- dans le Médoc, une ligne de partage des eaux sépare les écoulements orientés d'une part vers l'Océan Atlantique, qui constitue un des exutoires, et vers l'axe de la Gironde

²⁸ Couche semi-perméable capacitive où le captage de quantités d'eau appréciable n'est pas possible mais à travers lequel le transfert d'eau est possible

et de la Garonne d'autre part. Ce secteur semble bénéficier d'apports provenant des nappes sus-jacentes,

- au sud-est, les apports méridionaux paraissent relativement limités.

L'évolution de la piézométrie sur la seconde moitié du 20^{ème} siècle a largement été influencée par les prélèvements effectués au droit de l'agglomération bordelaise.

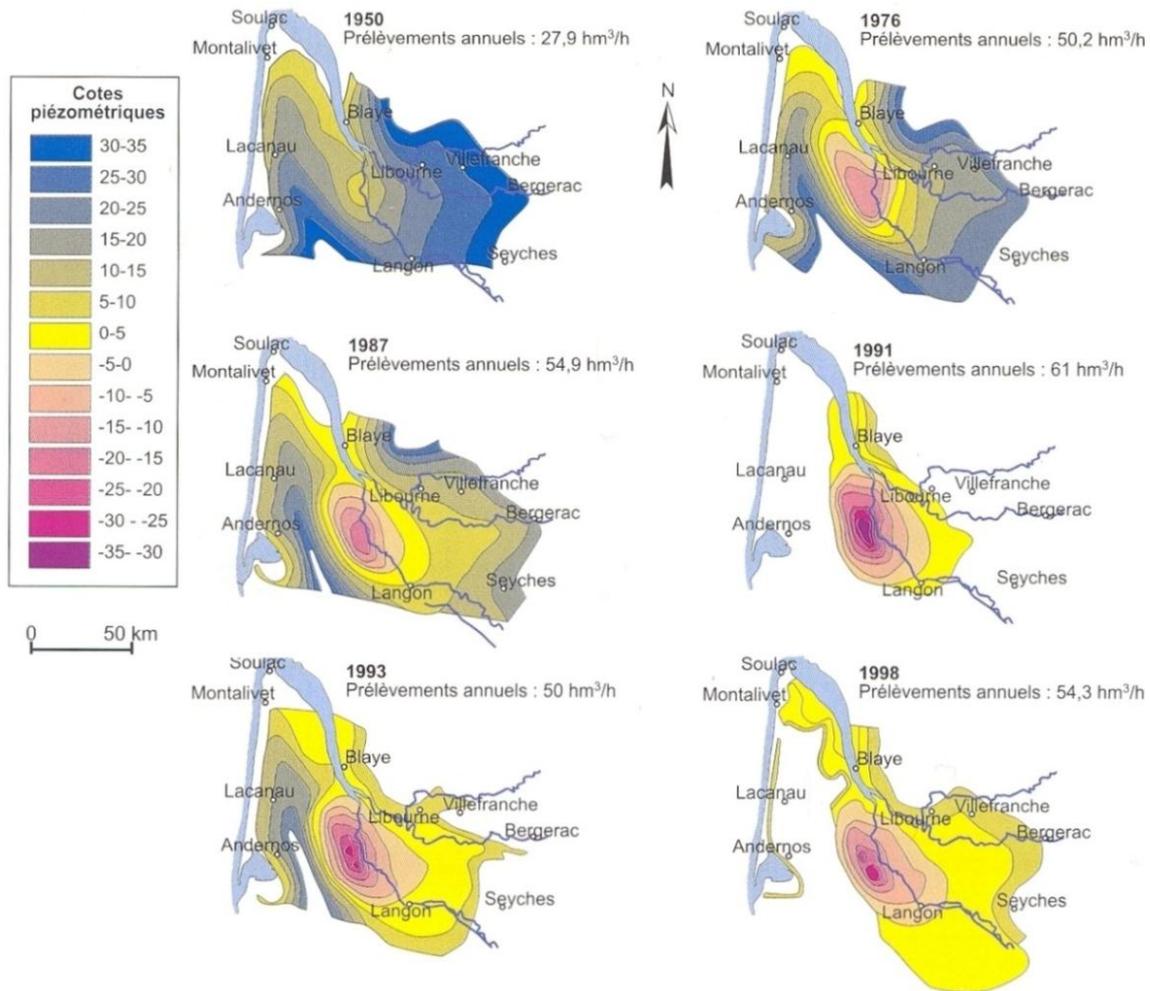


Figure 24 : Évolution de la piézométrie de la nappe de l'Éocène dans le domaine nord aquitain de 1950 à 1998.

L'augmentation des prélèvements a généré la formation d'un cône de dépression de forme dissymétrique, les gradients hydrauliques étant plus forts dans la partie sud-ouest du cône que dans la zone nord-est. Au cours du temps, la dépression s'étend progressivement vers le sud-est.

3.2. RELATION ENTRE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE ET LA NAPPE DE L'ÉOCÈNE

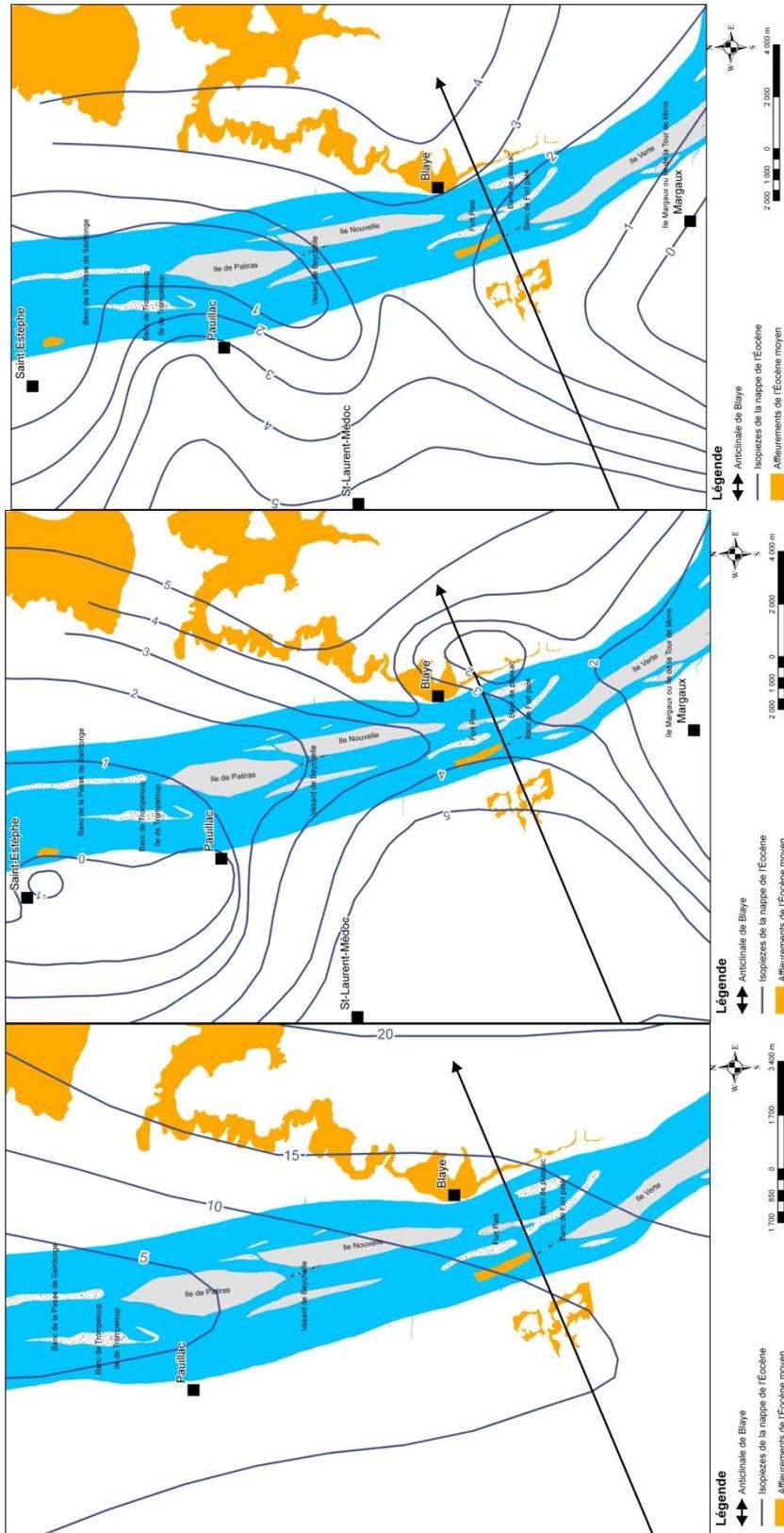
3.2.1. Piézométrie

Il existe une relation étroite entre l'estuaire de la Gironde et la nappe de l'Éocène. En effet, l'esquisse de l'état initial de la nappe effectuée à partir d'une cinquantaine de mesures datant

de la fin du 19^{ème} siècle met en évidence l'existence d'un axe de drainage naturel préexistant à toute exploitation orienté sur l'axe de la Gironde et de la Garonne (Bellegarde, 1969). Cette configuration locale du modelé piézométrique aurait existé avant tout prélèvement et aurait par la suite été accentuée sous l'influence de ces derniers (Astié et al., 1967). En raison du faible nombre d'ouvrages captant la nappe éocène à cette époque, cette esquisse représente la distribution des isopièzes uniquement autour de l'axe de la Gironde et de la Garonne et doit être considérée comme un état initial probable (Figure 25 – A)

L'île Nouvelle est située sur le flanc nord de l'anticlinal de Blaye-Listrac. Les affleurements de l'aquifère de l'Éocène moyen sont localisés à l'est, en rive droite de la Gironde, et au sud de l'île. A noter la présence d'affleurements au droit du chenal de navigation au sud-ouest de l'île. Au fil des ans, l'exploitation de la nappe de l'Éocène a entraîné la formation d'une dépression sous l'agglomération bordelaise qui s'est peu à peu étendue au fil du temps pour atteindre le sud de l'île Nouvelle. Au nord de l'île, la Gironde constitue toujours un axe de drainage de la nappe même si les niveaux ont globalement baissé par rapport à l'état initial (Figure 25 – B et C). La jonction entre ces deux domaines correspond à une ligne de partage des eaux²⁹ dite « crête piézométrique » (Figure 25 – B et C). Cet axe est en étroite relation avec la présence de l'anticlinal de Blaye –Listrac, qui fait affleurer les calcaires et les grès éocènes autour de Blaye, par lesquels se fait la recharge hydraulique de l'aquifère, participant ainsi au maintien des hautes pressions dans cette zone. Les différents travaux réalisés sur le secteur d'étude [(Platel et al., 2006) ; (Platel, et al. 2008)] ont confirmé que l'existence de la crête piézométrique avait pour origine le contexte structural. La crête piézométrique constitue une barrière hydraulique contre les entrées d'eau saumâtre depuis les zones d'affleurements sous-aquatiques dans l'estuaire à partir du moment où son niveau piézométrique demeure supérieur à la cote de la Gironde. Plusieurs variables sont néanmoins susceptibles d'abaisser ce niveau, à savoir les prélèvements existant dans ce secteur dans les formations de l'Éocène moyen ainsi que l'importance de la dépression sous l'agglomération bordelaise.

²⁹ Ligne à partir de laquelle les écoulements sont divergents et qui sépare deux bassins hydrogéologiques.



A : Esquisse asynchrone de la piézométrie de la nappe de l'Éocène moyen pour la période 1870 / 1900
 B : Piézométrie de la nappe de l'Éocène moyen en 1996
 C : Piézométrie de la nappe de l'Éocène moyen en 2008

Figure 25 : Évolution de la piézométrie de la nappe de l'Éocène moyen au droit de l'île Nouvelle

Les observations effectuées sur le forage 07791X0022/PZEM15 (Platel, 2008), réalisé sur l'île Nouvelle, ont montré qu'à marée haute, l'élévation des charges hydrauliques entraînait un fréquent débordement d'eau dans les buses, en raison de l'artésianisme de cette nappe captive et de la très faible altitude du sol (une modification de la tête de puits a donc été opérée pour éviter ce désagrément). Au droit de l'île, la nappe de l'Éocène est donc captive et parfois jaillissante en fonction de la marée.

3.2.2. Échanges entre les eaux estuariennes et les eaux de la nappe de l'Éocène

Du fait de l'importance stratégique de la nappe de l'Éocène pour l'alimentation en eau potable, plusieurs études ont été réalisées afin d'évaluer le risque d'invasion d'eau saumâtre de l'estuaire [(Platel et al., 1997), (Platel et al., 1998), (Platel et al., 1999), (Schnebelen et al., 2000), (Schnebelen et al., 2002), (Platel et al., 2003), (Platel et al., 2005), (Platel et al., 2006), (Platel et al., 2008), (Platel et al., 2009)]. Cette problématique a été soulevée dès la fin des années cinquante par la communauté scientifique bordelaise. Au fil des travaux de reconnaissance et de surveillance programmés sur plusieurs années, il s'est progressivement avéré que le fonctionnement du système était complexe avec plusieurs sources possibles de contamination : les eaux de l'estuaire actuel et les eaux contenues dans les terrasses sous-flandriennes (en vert sur la Figure 26).

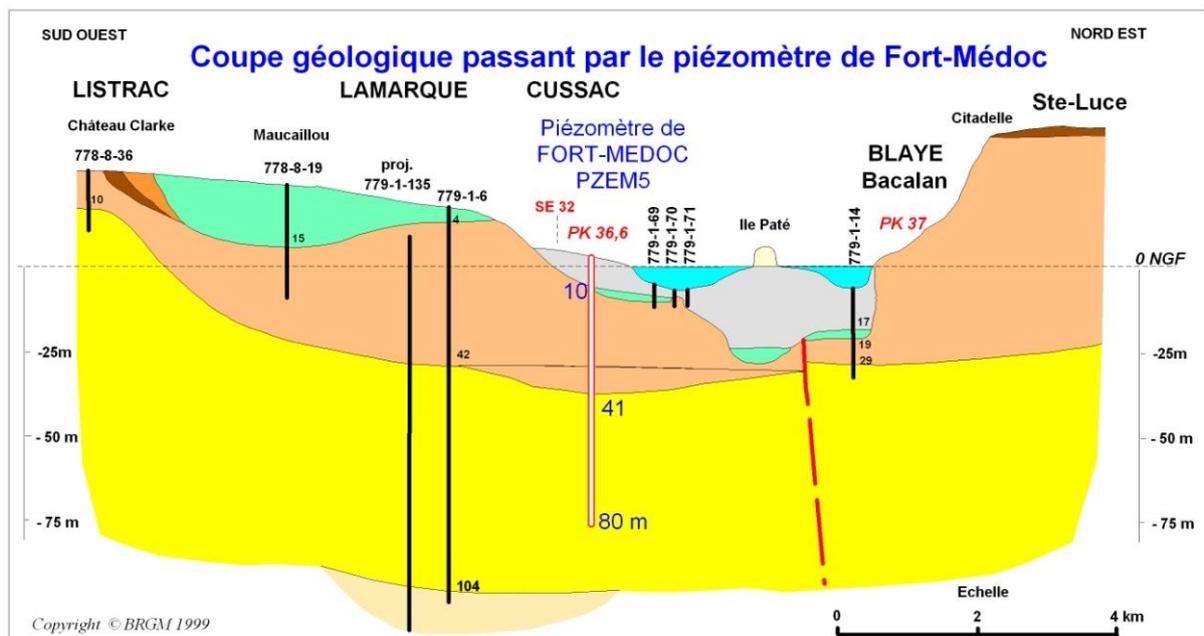


Figure 26 : Coupe géologique au sud de l'île Nouvelle (Platel et al., 1999)

C'est probablement vers 8 000 à 6 000 ans BP (Flandrien) que la mer a commencé à envahir l'estuaire, s'infiltrant d'abord dans les palécours puis submergeant les terrasses pléistocènes

les unes après les autres (Feral, 1970). Toutes les zones basses des rives charentaises et médocaines ont alors été comblées par le Bri (Argiles à scrobiculaires), vases argilo-silteuses constituées par les limons de la Garonne et de la Dordogne et par d'autres produits d'érosion (en gris sur la Figure 26). La presqu'île d'Ambès, le marais de St-Ciers et les marais situés entre Jau-dignac, St-Vivien et le Verdon-sur-Mer correspondent aux plus grandes zones d'affleurement de ces argiles. C'est ainsi que 5 à 40 m d'argile flandriennes compacte peuvent localement « cacheter » des nappes d'eau saumâtres ou salées fossiles contenues dans les alluvions pléistocènes et/ou les niveaux calcaires ou gréseux de l'Éocène moyen (Figure 27).

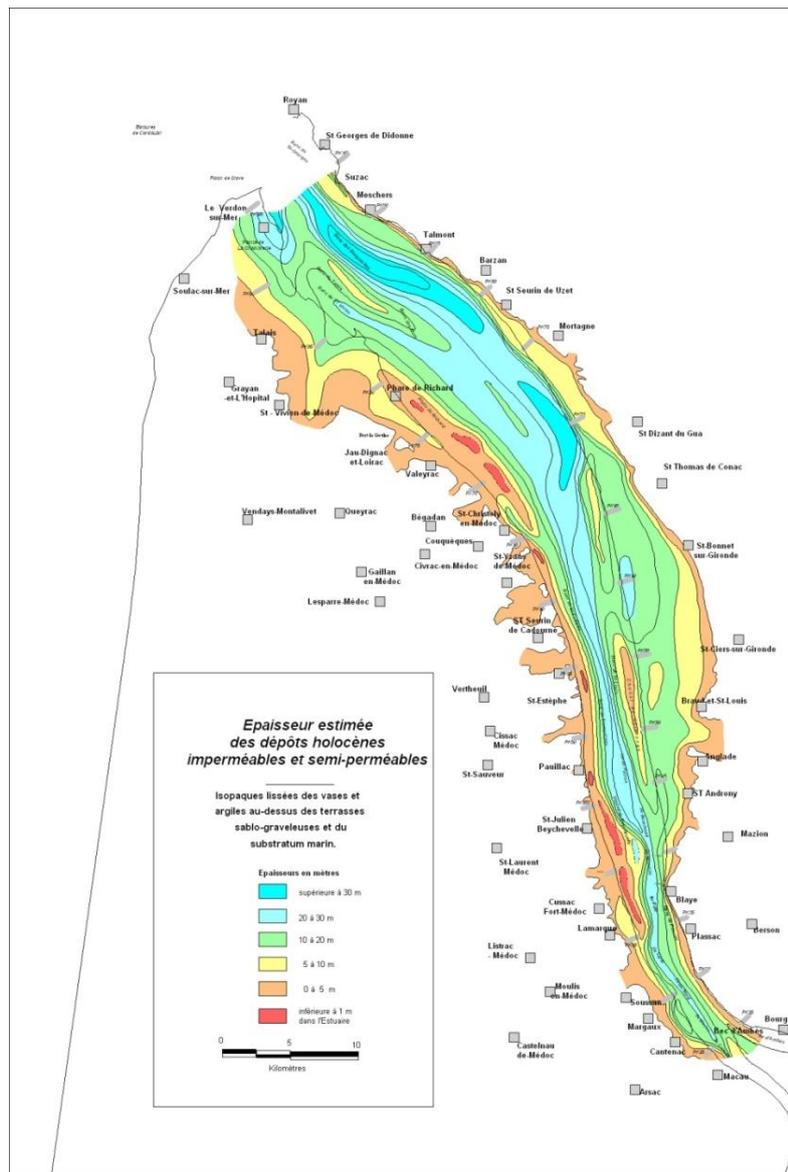


Figure 27 : Epaisseur estimée des dépôts holocènes imperméables et semi-perméables (Platel et al., 1997)

En l'état actuel des connaissances, il apparaît que la zone de l'estuaire se présente comme un secteur où l'ensemble des niveaux de l'Éocène moyen peuvent potentiellement être contaminés par les eaux saumâtres ou salées de l'estuaire actuel ou par celles contenues dans les terrasses sous-flandriennes.

Un certain nombre de points présentent une contamination avérée mais leurs eaux sont exemptes de tritium³⁰ donc relativement anciennes (alors que la teneur de l'estuaire est de l'ordre de 7 UT). De ce fait, la source la plus probable de contamination est représentée par les eaux contenues dans les terrasses sous-flandriennes.

Au droit de la zone de l'anticlinal de Blaye-Listrac, seuls les niveaux supérieurs calcaires de l'Éocène moyen peuvent potentiellement être contaminés par les eaux de l'estuaire actuel ou par les eaux saumâtres contenues dans les terrasses sous-flandriennes. Le seul point (07791X0205/PZEM 6) qui présente une teneur en sel significative est situé dans un contexte où les formations de l'Éocène moyen sont en relation directe avec les alluvions sous-flandriennes.

Compte tenu de ces observations, il semble donc que le risque de salinisation de la nappe de l'Éocène moyen soit d'avantage lié à la présence d'eaux fossiles saumâtres ou salées dans les terrasses sous-flandriennes qu'à l'estuaire (Corbier et al., 2005).

Les mécanismes hydrodynamiques (convection, diffusion...) qui sont à l'origine de cette contamination ne sont pour l'instant pas bien connus même s'il paraît évident que les marées jouent un rôle de moteur.

La baisse de la nappe éocène au cours de ces 50 dernières années a probablement joué un rôle dans l'augmentation de la salinité observée sur quelques points du Médoc.

3.3. EVALUATION DE L'IMPACT DE LA DEPOLDERISATION DE L'ILE NOUVELLE SUR LA NAPPE DE L'ÉOCÈNE

Au droit de l'île Nouvelle, les reconnaissances de terrain ainsi que les informations provenant du forage 07791X0222/PZEM15 montrent qu'il n'existe pas de réservoir superficiel (nappe libre). La succession des formations observables le long de la brèche montre que les formations flandriennes sont essentiellement composées par des argiles intercalées d'unités plus sableuses peu épaisses comme cela a été mis en évidence sur le banc de Trompeloup (Fenies et al., 1998). Lors de la visite de terrain, du 28/01/2013 (en présence de de M. Saltel, T. Gutierrez et J-P. Platel du BRGM), les sondages à la tarière prévus n'ont pu être réalisés en raison de l'envasement important sur la partie nord de l'île. Les mesures de conductivité n'ont donc pu être réalisées dans ce secteur. Par ailleurs, en l'absence de nappes superficielles sur l'île la mesure de ce paramètre s'est avérée inutile.

L'unique réservoir présent sur l'île est celui des grès et calcaires de l'Éocène moyen rencontré à près de 30 m de profondeur sous les formations flandriennes essentiellement argileuses. Au droit de l'île, la nappe de l'Éocène moyen est captive, et même artésienne en fonction de la marée.

Même si l'île Nouvelle se trouve dans un contexte géologique particulier compte tenu de sa proximité avec l'anticlinal de Blaye Listrac, l'hydrogéologie ne semble pas avoir joué de rôle dans l'évolution géomorphologique de ce site.

Les affleurements situés au droit du chenal de navigation au sud-ouest de l'île correspondent à la principale zone d'échange possible entre les eaux estuariennes et les eaux de la nappe de l'Éocène moyen. Pour évaluer les interactions entre la nappe de l'Éocène et les eaux

³⁰ Le tritium est un isotope de l'hydrogène qui permet de dater les eaux récentes de l'ordre de la dizaine d'années.

estuariennes, un suivi a été réalisé avant, pendant et après les travaux de déroctage du chenal destiné à l'approfondir (Platel, 2008).

Il faut retenir de ce suivi qu'aucune variation majeure n'a été enregistrée pendant toute la période étudiée tant sur la température et la salinité de l'eau que sur les niveaux piézométriques locaux, ces derniers dépendant avant tout de la pression exercée par les variations de niveau de l'estuaire à chaque marée.

En particulier, la conductivité de la nappe s'est maintenue sous l'île Nouvelle à des valeurs faibles, normales pour une eau douce sans jamais dépasser 345 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit une salinité de 25 mg/l environ exprimée en NaCl (Figure 28). Dans le secteur de Fort-Médoc, proche de la passe de Cussac, il a été confirmé que la conductivité de la nappe était plus forte, mais cette dernière est restée assez constante sans jamais dépasser 1 185 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit une salinité de 240 à 270 mg/l exprimée en NaCl en lien avec les eaux fossiles saumâtres présentes dans les terrasses sous-flandriennes (Figure 29).

En substance, la dépoldérisation de l'île Nouvelle n'aura a priori pas d'impact sur les eaux souterraines du secteur. Il n'existe pas de nappe superficielle au droit de l'île, la nappe de l'Éocène est donc la seule concernée par les éventuelles conséquences de la dépoldérisation. Ces dernières vont correspondre à un relargage de sédiments et une libération de substances chimiques piégées dans les argiles. Or les études ont montré que les eaux de l'Éocène sont relativement protégées des contaminants provenant des eaux estuariennes et sont plus sensibles aux eaux fossiles de la nappe des terrasses sous-flandriennes.

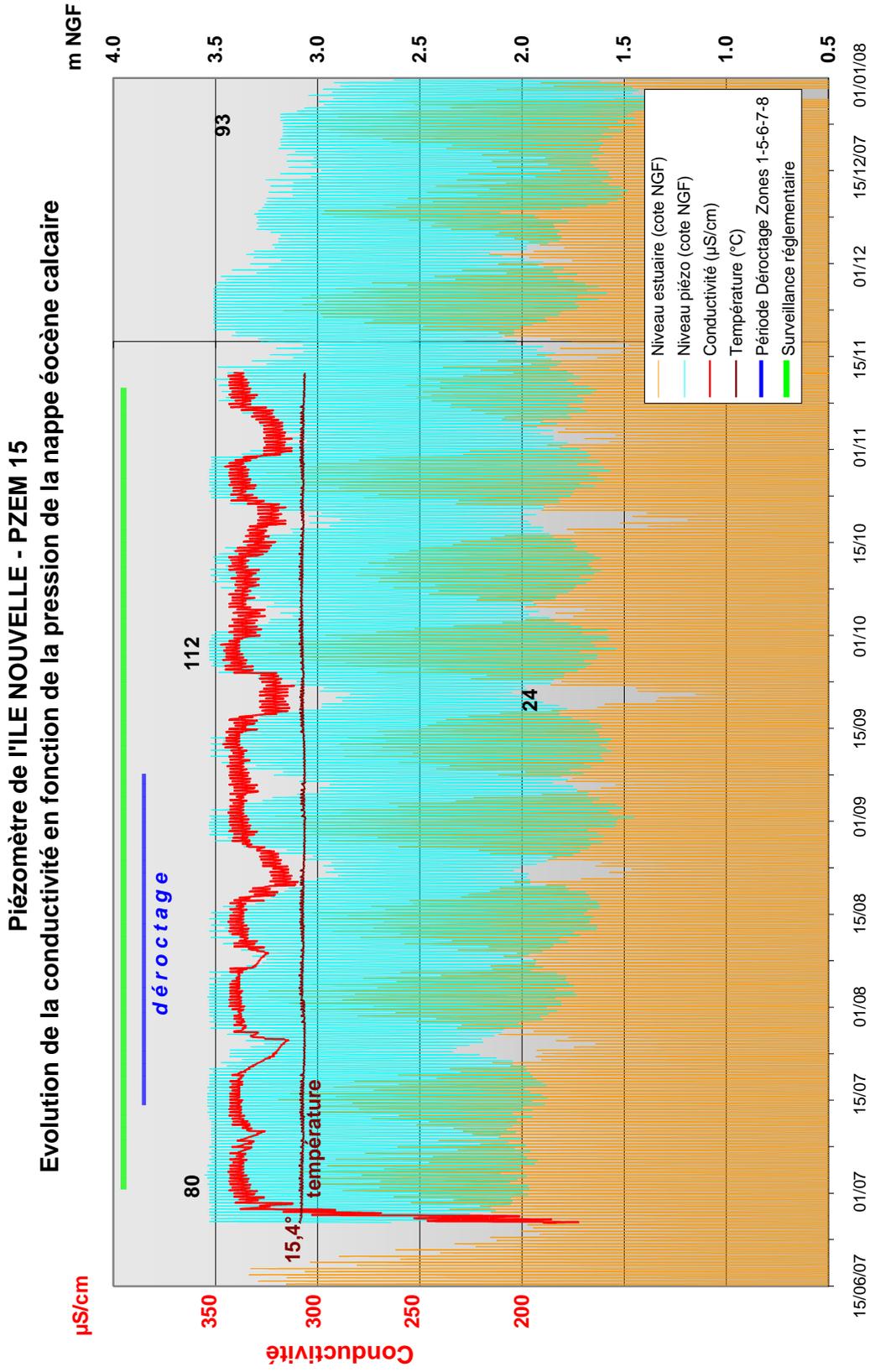


Figure 28 : Evolution de la conductivité et de la température dans le piézomètre PZEM 15 en fonction de la pression de la nappe éocène entre le 25 juin et le 15 novembre 2007.

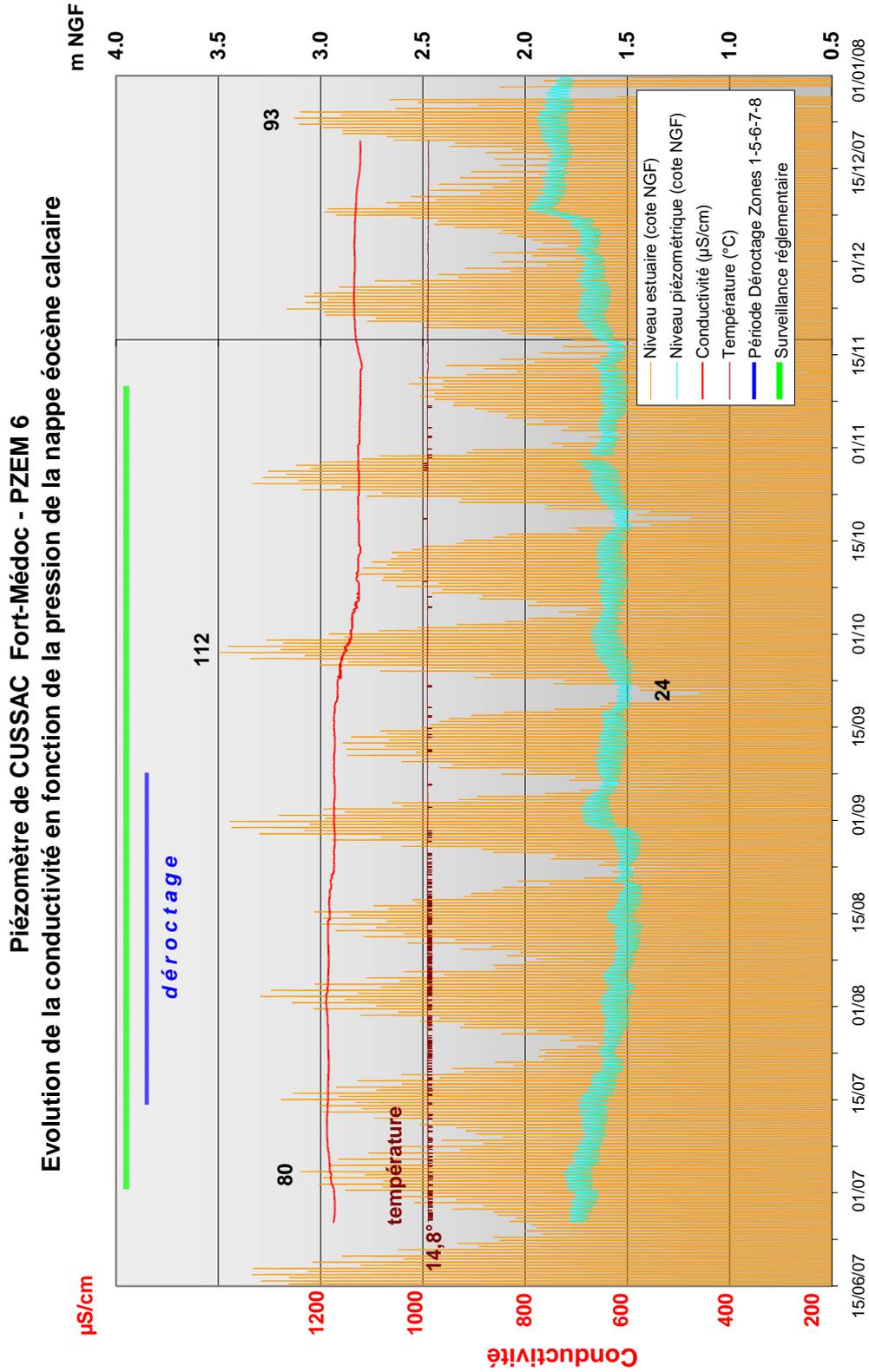


Figure 29 : Evolution de la conductivité et de la température dans le piézomètre PZEM 6 en fonction de la pression de la nappe éocène entre le 25 juin et le 21 décembre 2007.

4. Conclusion

Dans le cadre du projet de recherche pluridisciplinaire relatif à la dépoldérisation de l'île Nouvelle, le BRGM a dressé le contexte géologique et hydrogéologique de cette île située au sein de l'estuaire de la Gironde afin 1/ de mettre en évidence d'éventuels liens entre ce contexte et l'évolution géomorphologique ancienne et actuelle de l'île, 2/ d'analyser l'impact potentiel de la dépoldérisation sur les nappes d'eau superficielles.

Pour cela, ce travail s'est appuyé sur les travaux antérieurs, les données existantes et la visite de terrain.

A l'issue de ce travail, on retiendra que :

- le substratum a influencé l'orientation de l'estuaire par la présence de failles normales dans l'axe de l'estuaire avec un compartiment relevé (Blayais) et un compartiment abaissé (Médoc),
- la fin du Würm (environ 10 000 ans) a été marquée par une remontée du niveau marin qui se poursuit toujours. Cette remontée du niveau marin a induit le comblement d'un ancien canyon creusé sous l'estuaire par des dépôts flandriens qui constituent l'île Nouvelle,
- les dépôts actuels estuariens sont constitués de vases et de bancs qui se déplacent, disparaissent et apparaissent au grès des mouvements des chenaux du fleuve. Les îles fluviales se forment, évoluent et disparaissent en fonction des conditions hydrodynamiques. Depuis le 17ème siècle, les îles actuelles sont stabilisées par l'intervention de l'homme,
- les observations de terrain ont confirmé la tendance au déplacement de l'île Nouvelle vers le sud-ouest :
 - au niveau du compartiment nord, l'est de l'île est soumis à une érosion générant un talus abrupt de la digue bordière dans laquelle s'est formée la brèche lors de la tempête Xynthia (28/02/2010). Cette brèche se poursuit par la formation d'un talweg selon le tracé d'un ancien drain agricole,
 - au sud-ouest de l'île, le talus de la digue bordière présente une pente plus faible ainsi qu'une accumulation de sédiments et d'éléments flottés, témoins d'une tendance au déplacement de matériaux vers ce secteur.

Le contexte géologique de l'estuaire et de l'île Nouvelle (type et structure des formations géologiques, présence de failles, affleurements du substratum, etc.) ne semble donc pas contrôler le phénomène de dépoldérisation naturel en cours.

Il n'est de ce fait pas proposé d'acquérir des données complémentaires dans le cadre de cette étude.

D'un point de vue hydrogéologique, les reconnaissances de terrain au droit de l'île Nouvelle, ainsi que les informations provenant du forage 07791X0222/PZEM15 montrent qu'il n'existe pas de réservoir superficiel (nappe libre). La succession des formations observables le long de la brèche montre que les formations flandriennes sont essentiellement composées par des argiles intercalées d'unités plus sableuses peu épaisses comme cela a été mis en évidence sur le banc

de Trompeloup (Fenies et al., 1998). Lors de la visite de terrain, les sondages à la tarière prévus n'ont pu être réalisés en raison de l'envasement important sur la partie nord de l'île. Les mesures de conductivité n'ont donc pu être réalisées dans ce secteur. Par ailleurs, en l'absence de nappes superficielles sur l'île la mesure de ce paramètre s'est avérée inutile.

L'unique réservoir présent sur l'île est celui des grès et calcaires de l'Éocène moyen rencontré à près de 30 m de profondeur sous les formations flandriennes essentiellement argileuses. Au droit de l'île, la nappe de l'Éocène moyen est captive, et parfois même artésienne en fonction de la marée.

Même si l'île Nouvelle se trouve dans un contexte géologique particulier compte tenu de sa proximité avec l'anticlinal de Blaye Listrac, l'hydrogéologie ne semble pas avoir joué de rôle dans l'évolution géomorphologique de ce site.

Les affleurements au droit du chenal de navigation au sud-ouest de l'île correspondent à la principale zone d'échange possible entre les eaux estuariennes et les eaux de la nappe de l'Éocène moyen. Pour évaluer les interactions entre la nappe de l'Éocène et les eaux estuariennes, un suivi a été réalisé avant, pendant et après des travaux de déroctage du chenal mené dans le cadre de son approfondissement (Platel, 2008).

Il faut retenir de ce suivi qu'aucune variation majeure n'a été enregistrée pendant toute la période étudiée tant sur la température et la salinité de l'eau que sur les niveaux piézométriques locaux, ces derniers dépendant avant tout de la pression exercée par les variations de niveau de l'estuaire à chaque marée.

En particulier, la conductivité de la nappe s'est maintenue sous l'île Nouvelle à des valeurs faibles, normales pour une eau douce sans jamais dépasser 345 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit une salinité de 25 mg/l environ exprimée en NaCl. Dans le secteur de Fort-Médoc, proche de la passe de Cussac, il a été confirmé que la conductivité de la nappe était plus forte, mais elle est restée assez constante sans jamais dépasser 1185 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit une salinité de 240 à 270 mg/l exprimée en NaCl en lien avec les eaux fossiles saumâtres présentes dans les terrasses sous-flandriennes.

En substance, la dépoldérisation de l'île Nouvelle n'aura a priori pas d'impact sur les eaux souterraines du secteur. Il n'existe pas de nappe superficielle au droit de l'île, la nappe de l'Éocène est donc la seule concernée par les éventuelles conséquences de la dépoldérisation. Ces dernières vont correspondre à un relargage de sédiments et une libération de substances chimiques piégées dans ces argiles. Or les études ont montré que les eaux de l'Éocène sont relativement protégées des contaminants provenant des eaux estuariennes et sont plus sensibles aux eaux fossiles de la nappe des terrasses sous-flandriennes (Corbier et al., 2005).

5. Bibliographie

- Allen G.P., Castaing P., Feral A., Klingebiel A., Vigneaux M.** (1970) - Contribution à l'étude des faciès de comblement et interprétation paléogéographique de l'évolution des milieux sédimentaires récents et actuels de l'estuaire de la Gironde. Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Vol. 8, Pages 99-154
- Allen G.P., Klingebiel A.** (1974) - La sédimentation estuarienne : exemple de la Gironde. Bulletin du centre de recherches de Pau -SNPA, Vol. Vol 8 - N°1, Pages 263-293
- Allen G.P., Castaing P., Tastet J.P.** (1981) – Excursion géologique sur l'Estuaire de la Gironde - Association des sédimentologues Français - 112 pages.
- Astié H., Bellegrade R., Bourgeois M.** (1967) - Contribution à l'étude des différences piézométriques entre plusieurs aquifères superposés. Chronique d'hydrogéologie, Vol. 12, Pages 49-59
- Bellegarde R.** (1969) - Historique de la piézométrie de la nappe des sables éocènes en Gironde - 69 SGL 144 AQL.
- Bocheux A.** (2008) - Histoire de l'île Nouvelle : naissance et évolution d'une île de l'estuaire de la Gironde. Association Océan,
- Corbier P., Capdeville J.P., Pédron N., Platel J.P., Winckel A.** (2005) - SAGE Nappes profondes de Gironde - Atlas des zones à risques - BRGM/RP-53756-FR, 180 p., 82 ill, 4 ann.
- Dubreuilh J., Mariaunaud J.M., Anreieff P., Galy-Aché C., Astié H., Moussié B., Vové J., Wilbert J.** (1973) - Notice explicative de la carte géologique de Lespère Médoc n°753-754, 47 pages.
- Dubreuilh J. ; J.P. Capdeville ; G. Farjanel ; G. Karnay ; J.P. Platel ; R. Simon-Coinçon (1995)** - Dynamique d'un comblement continental Néogène et quaternaire : Exemple du bassin d'Aquitaine – Article Géologie de la France n°4, pages 3 à 26, 16 Figures.
- Fenies Hugues, Tastet Jean-Pierre** (1998) - Facies and architecture of an estuarine tidal bar (the Trompeloup bar, Gironde Estuary, \{SW\} France) . Marine Geology , Vol. 150, Pages 149-169
- Feral A.** (1970) - Interprétation sédimentologique et paléogéographique des formations alluviales de l'estuaire de la Gironde et de ses dépendances marines. Thèse de doctorat : Université de Bordeaux I
- Glangeaud L.** (1938) – Transport et sédimentation dans l'Estuaire et à l'Embouchure de la Gironde. Caractères pétrographiques des formations fluviales, saumâtres, littorales et néritiques – Bulletin de la société géologique de France 5-VIII - pages 599 à 830 - 231 pages.
- Jouanneau J.-M.** (1983) - Matières en suspension et oligo-éléments métalliques dans le système estuarien girondin : comportement et flux. Mémoires de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Vol. 16, Pages 306
- Mouline M.P., Moussié B.** (1975) - Notice de la carte géologique de Blaye n° 779, 45 pages.

Pontee N.I., Tastet J.P., Masse L. (1998) – Morpho-sedimentary evidence of Holocene coastal changes near the mouth of the Gironde and on the Medoc peninsula, SW France – *Oceanologia Acta* Vol. 21 n°2 pages 243 à 261 - 18 pages, 6 Figures.

Platel J.P., Benhammouda S., Le Jeune F., Besse A., Sourisseau B., Bonnery H., Dubreuilh J. (1997) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine, Année 1. Opération sectorielle. Relations entre l'estuaire de la Gironde et la nappe de l'Éocène. Synthèse des connaissances géologiques, état des connaissances hydrogéologiques - BRGM/RR-39328-FR, 116 p., 55 fig., 1 ann.

Platel J.P., Mauroux B., Bonnery H., Benhammouda S., Dufour P., Sourisseau B. (1998) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 2 - Opération sectorielle : Relations entre l'estuaire de la Gironde et la nappe de l'Éocène. Réalisation et équipement des piézomètres. Etat des connaissances hydrochimiques - BRGM/RR-40113-FR, 84 p., 43 fig., 5 ann., 4 pl.

Platel J.P., Mauroux B., Bonnery H., Sourisseau B., Seguin J.J., Chery L., Benhammouda S., Dufour P. (1999) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 3. Opération sectorielle - Relations entre l'estuaire de la Gironde et la nappe de l'Éocène - Réalisation d'un piézomètre complémentaire - Mise en place du réseau d'alerte et protocole d'actions - BRGM/RR-40729-FR, 88p., 39 fig., 6 ann.

Platel J.P., Pédron N., Winckel A., Benhammouda S., Dufour P. (2003) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Caractérisation de la crête piézométrique de l'Éocène au sud de l'estuaire de la Gironde - Module 2 - Année 1 - Connaissances géologiques et hydrogéologiques. Réalisation de nouveaux piézomètres - BRGM/RP-52514-FR, 113 p., 45 fig., 3 ann.

Platel J.P., Winckel A., Pédron N., Benhammouda S., Dufour P. (2005) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Caractérisation de la crête piézométrique de l'Éocène au sud de l'estuaire de la Gironde. Module 2. Année 2. Extension du réseau de piézomètres en doublet. Suivi du réseau de surveillance PZEM - BRGM/RP-53657-FR, 111p., 33 fig., 12 tab., 3 ann.

Platel J.P., Pédron N., Gomez E., Winckel A. (2006) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Caractérisation de la crête piézométrique de l'Éocène au Sud de l'Estuaire de la Gironde. Module 2 - Année 3. Finalisation et suivi du réseau de surveillance. Modélisation hydrodynamique. Rapport final - BRGM/RP-55240-FR, 166 p., 37 fig., 15 tab., 6 ann.

Platel J.P. (2008) - Suivi piézométrique et hydrochimique de la nappe de l'Éocène au cours des travaux d'approfondissement de la Passe de Cussac (estuaire de la Gironde). Étude réalisée à partir des données du sondage PZEM 15 de l'île Nouvelle - BRGM/RP-56377-FR, 37 p., 12 fig., 1 ann.

Platel J.P., Caperan F., Grabenstaetter L., Abou Akar A. (2008) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Caractérisation de la crête piézométrique de l'Éocène au Sud de l'Estuaire de la Gironde. Module 2 - Année 4 - BRGM/RP-56418-FR, 68 p., 21 fig., 10 tab., 1 ann.

Platel J.P., Pédron N., Saltel M., Fruh E., Grabenstaetter L., Goudin M. (2009) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Caractérisation de la crête piézométrique de l'Éocène au sud de l'estuaire de la Gironde - Module 2 , Année 1. Convention 2008-2013. Rapport final - BRGM/RP-57808-FR, 148 p., 45 fig., 13 tab., 6 ann.

Schnebelen N., Platel J.P., Bonnery H., Sourisseau B., Benhammouda S., Dufour P. (2000) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 4. Opération sectorielle - Relations entre l'estuaire de la Gironde et la nappe de l'Éocène - Suivi du réseau d'alerte - BRGM/RP-50467-FR, 56 p., 53 fig., 2 ann.

Schnebelen N., Platel J.P., Petelet-Giraud E., Dubreuilh J., Benhammouda S., Dufour P. (2002) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 5. Opération sectorielle. Relations entre l'estuaire de la Gironde et la nappe de l'Éocène. Réalisation d'un piézomètre complémentaire. Suivi du réseau d'alerte et synthèse des résultats. Protocoles d'action - BRGM/RP-51177-FR, 113 p., 37 fig., 3 ann.

Annexe 1

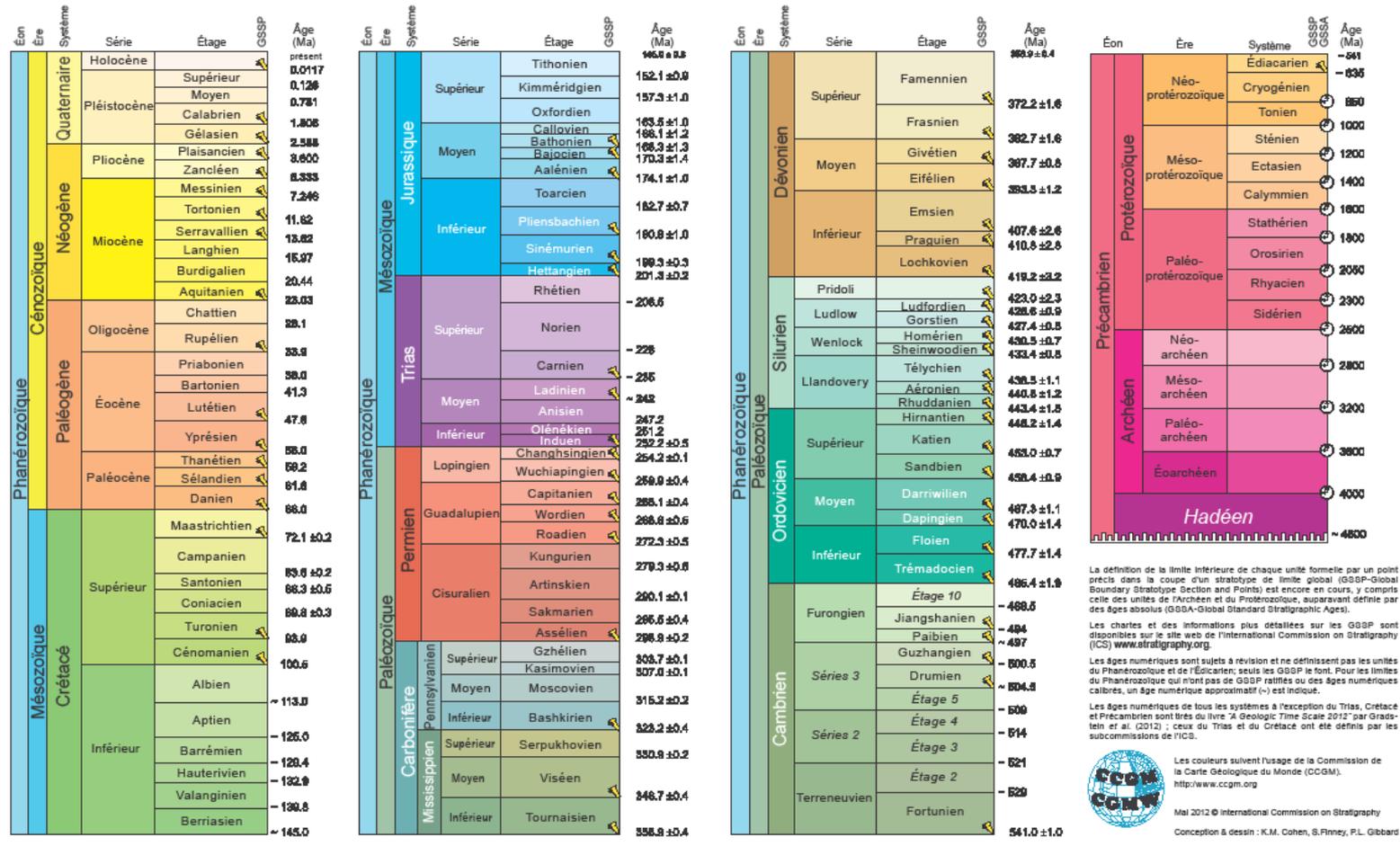
Echelle Stratigraphique



CHARTRE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONALE

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy



La définition de la limite inférieure de chaque unité formelle par un point précis dans la coupe d'un stratotype de limite globale (GSSP-Global Boundary Stratotype Section and Point) est encore en cours, y compris celle des unités de l'Archéen et du Protérozoïque, auparavant définies par des âges absolus (GSA-Global Standard Stratigraphic Ages).

Les chartes et des informations plus détaillées sur les GSSP sont disponibles sur le site web de l'International Commission on Stratigraphy (ICS) www.stratigraphy.org.

Les âges numériques sont sujets à révision et ne définissent pas les limites du Phanérozoïque et de l'Édiacarien; seuls les GSSP le font. Pour les limites du Phanérozoïque qui n'ont pas de GSSP ratifiés ou des âges numériques calibrés, un âge numérique approximatif (≈) est indiqué.

Les âges numériques de tous les systèmes à l'exception du Trias, Crétacé et Précambrien sont tirés du livre "A Geologic Time Scale 2012" par Gradstein et al. (2012); ceux du Trias et du Crétacé ont été définis par les subcommissions de l'ICS.



Les couleurs suivent l'usage de la Commission de la Carte Géologique du Monde (CCGM).
<http://www.ccgw.org>
 Mai 2012 © International Commission on Stratigraphy
 Conception & dessin : K.M. Cohen, S.Finney, P.L. Gibbard



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 - Orléans Cedex 2 - France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Aquitaine

Parc Technologique Europarc
24 avenue Léonard de Vinci

33600 - Pessac - France

Tél. : 05-57-26-52-70