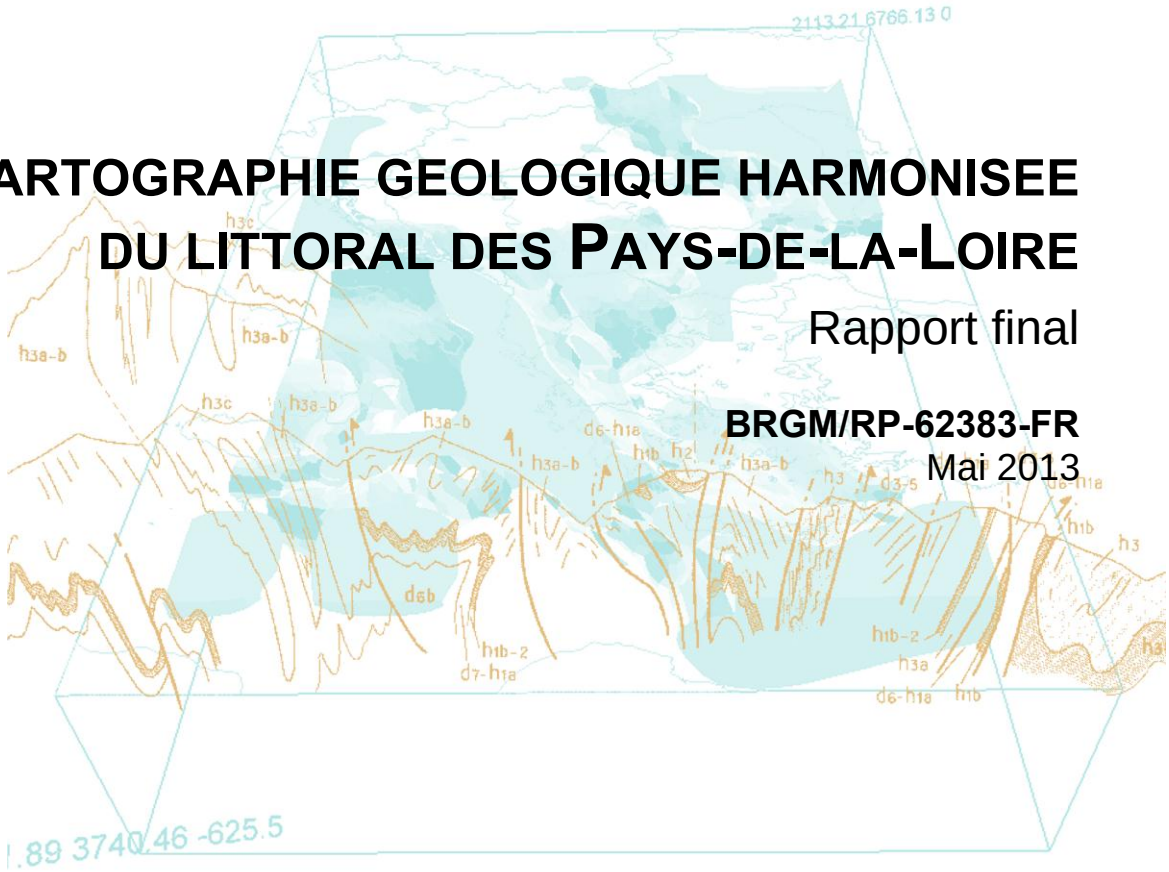
Document public

CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE HARMONISEE DU LITTORAL DES PAYS-DE-LA-LOIRE

Rapport final

BRGM/RP-62383-FR

Mai 2013



Document public

CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE HARMONISEE DU LITTORAL DES PAYS-DE-LA-LOIRE

Rapport final

BRGM/RP-62383-FR
Mai 2013

Thinon I., Baudouin V., Paquet F., Conil P., Béchennec F., Le Bayon B.
Avec la collaboration de
Payet F., Maria E., Landesman C., Meunier, F.

Vérificateur :	**Approbateur :**
Nom : Desmazes Franck	Nom :
Date : 10/07/2013	Date :
Signature :	Signature :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique, l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

l'Europe s'engage en Pays de la Loire

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots-clés : Pays-de-la-Loire, Synthèse cartographique harmonisée, Littoral, nature des formations meubles, carte géologique, GEOPAL

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

Thinon I., Baudouin V., Paquet F., Conil P., Béchennec F., Le Bayon B. (2013) – Cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays-de-la-Loire. Rapport final. BRGM/RP-62383-FR, 79 p., 41 ill., 6 tabl., 6 ann.

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le littoral est un territoire qui constitue un enjeu majeur pour les Pays-de-la-Loire. La géologie joue un rôle clef sur la structure, l'évolution et les ressources de ce territoire, aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine.

Une cartographie géologique harmonisée Terre-Mer a été réalisée par le BRGM afin de constituer un référentiel de base pour l'ensemble des acteurs du littoral des Pays-de-la-Loire : services de l'Etat, collectivités territoriales, etc. Ce travail a bénéficié du soutien de GEOPAL, structure co-pilotée par l'État et la Région des Pays-de-la-Loire, qui a pour but de mutualiser les acquisitions d'informations géographiques et de les mettre à disposition des acteurs publics de la région. L'objectif du projet « cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays-de-la-Loire » est de constituer, sur la base des données existantes, une cartographie géologique harmonisée Terre-Mer du littoral des Pays-de-la-Loire et de la mettre à disposition des partenaires de GEOPAL au travers du portail internet de cette structure (http://www.geopal.org/accueil).

Les livrables de cette étude comprennent deux synthèses cartographiques harmonisées Terre-Mer du littoral des Pays-de-la-Loire, l'une sur la nature des formations meubles ; l'autre sur la géologie du substratum (nature des formations indurées et structures majeures). Ils comprennent aussi une carte d'épaisseur des formations meubles, une carte de profondeur du toit du substratum sous forme de Modèle Numérique de Terrain. A chacun des produits cartographiques sont associés des documents associés. Les livrables de cette étude sont fournis afin d'être consultable sur le portail GEOPAL. **Il s'agit des premières synthèses cartographiques Terre-Mer à 1/250000 réalisées sur le secteur Pays-de-la-Loire.**

Ce rapport présente les données recensées et sélectionnées pour effectuer ces synthèses cartographiques, les méthodologies employées pour construire les produits cartographiques, les limites d'usage des produits et les produits cartographiques élaborés dans le cadre de cette étude.

Sommaire

1 DESCRIPTION DU PROJET 9

1.1 ACTIONS EFFECTUEES 10
1.2 LIVRABLES FOURNIS 11
1.3 PARTENARIATS/FINANCEMENTS 11

2 PRESENTATION DES DONNEES 13

2.1 DOMAINE TERRE 13
2.1.1 Données définissant la géologie du substratum et la nature des sédiments meubles 13
a) Cartes géologiques vectorisées à 1/50000 de la France 14
b) Cartes CHARM : cartes géologiques harmonisées départementales 15
2.1.2 Données informant sur les épaisseurs des sédiments meubles 17
a) Données de la BSS (Banque de données du Sous-Sol) 17
b) Collecte et intégration de nouveaux sondages 17
2.2 DOMAINE ESTRAN 19
2.2.1 Donnée de référence : le trait de côte 19
2.2.2 Les cartes géologiques vectorisées de la France à l'échelle 1/50000 20
2.2.3 Les ortho-photographies littorales 20
2.3 DOMAINE MER 21
2.3.1 Données de références : La bathymétrie 21
2.3.2 Sondages géologiques 22
2.3.3 Profils de sismique réflexion 24
2.3.4 Produits cartographiques 25
2.3.5 Profondeur et épaisseur des formations 26

3 COMPILATION, HARMONISATION ET SYNTHESE 29

3.1 CARTES GEOLOGIQUES HARMONISEES TERRE-MER 29
3.1.1 Compilation des produits cartographiques existants 29
a) Domaine Terre 29
b) Domaines Mer 31
- Géologie du substratum 31
- Nature des formations meubles (carte « nature du fond marin ») 32

3.1.2 Harmonisation et synthèse des produits cartographiques 33
a) Domaine Terre 33
b) Domaine Mer 34
3.1.3 Synthèse cartographique harmonisée Terre-Mer 37
a) Synthèse des entités du substratum Terre-Mer et carte litho-structurale du socle paléozoïque 37
b) Synthèse des sédiments meubles Terre-Mer 37
3.2 CARTE MORPHOLOGIQUE TERRE-MER 38
3.2.1 Domaine Terre 38
3.2.2 Domaine Mer 38
3.3 CARTE D'EPAISSEUR (ISOPAQUES) DES FORMATIONS MEUBLES 39
3.3.1 Interprétation sismique spécifique 40
3.3.2 Méthodologie générale 40
3.4 CARTE DE PROFONDEUR DU SUBSTRATUM INDURE 41

4 LES SYNTHESES CARTOGRAPHIQUES DELIVREES 43

4.1 CARTE DE LA MORPHOLOGIE TERRE-MER 43
4.2 CARTE GEOLOGIQUE HARMONISEE TERRE-MER DU SUBSTRATUM 45
4.3 CARTOGRAPHIE HARMONISEE TERRE-MER DE LA NATURE DES SEDIMENTS MEUBLES 47
4.4 CARTE D'EPAISSEUR DES FORMATIONS MEUBLES 49
4.5 CARTE DE PROFONDEUR DU SUBSTRATUM 51

5 CONCLUSIONS 53

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 54

7 ANNEXES 55

Liste des Illustrations

ILLUSTRATION 1: LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE (POLYGONE EN NOIR) SUR FOND DE LA CARTE GEOLOGIQUE AU MILLIONIEME (CHANTRAINE ET AL., 2003). EN LAMBERT93. 9
ILLUSTRATION 2 : COUVERTURE DES PRODUITS CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES UTILISES POUR EFFECTUER LA SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE DU SUBSTRATUM ET DE LA NATURE DES SEDIMENTS MEUBLES (PROJECTION LAMBERT93). 13
ILLUSTRATION 3 : EXEMPLE DE CARTE GEOLOGIQUE AU FORMAT RASTER DE LA FEUILLE 449 « LA ROCHE-BERNARD ». 15
ILLUSTRATION 4 : EXEMPLE DE CARTE GEOLOGIQUE VECTORIELLE DE LA FEUILLE 449 « LA ROCHE-BERNARD ». 15
ILLUSTRATION 5 : CARTE HARMONISEE DU DEPARTEMENT VENDEE, REPRESENTATION DES CAISSONS CARTOGRAPHIQUES. 16
ILLUSTRATION 6 : CARTE HARMONISEE DU DEPARTEMENT LOIRE-ATLANTIQUE, REPRESENTATION DES CAISSONS CARTOGRAPHIQUE. 16
ILLUSTRATION 7 : REPARTITION DES DONNEES GEOLOGIQUES EXTRAITES DES 3008 SONDAGES SELECTIONNES DE LA BSS. 18
ILLUSTRATION 8 : COLLECTE DE DONNEES DE SONDAGES AUPRES DES COMMUNES CIBLEES. 18
ILLUSTRATION 9 : REPARTITION DE L'ENSEMBLE DES DONNEES DE SONDAGES, AVEC LOCALISATION DES 1526 NOUVEAUX SONDAGES ENREGISTRES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE. 19
ILLUSTRATION 10 : EXEMPLE D'ORTHO-PHOTOGRAPHIE LITTORALE INTERPRETEE (A) ET SON INTERPRETATION JUXTAPOSEE A LA CARTE GEOLOGIQUE 1/50000 (B). POUR CE SECTEUR, LES FOLIATIONS N85-90 DANS LES MICASCHISTES, LES FAILLES DECROCHANTES N20-30 ET LES FILONS N100-110 SONT VISIBLES SUR LA PHOTO AERIENNE CONTRAIREMENT AUX CONTACTS LITHOLOGIQUES. ... 20
ILLUSTRATION 11 : EXEMPLE DE PHOTO AERIENNE DU LITTORALE INTERPRETEE (A) ET SON INTERPRETATION JUXTAPOSEE A LA CARTE 1/50000 (B). LES FAILLES N120 MAIS AUSSI LA STRATIFICATION DANS LE JURASSIQUE Y SONT VISIBLES. 21
ILLUSTRATION 12 : CARTE MORPHOLOGIQUE TERRE-MER DU SECTEUR D'ETUDE. LE MNT TOPOGRAPHIQUE IGN (MAILLE 50M) ET LE MNT BATHYMETRIQUE (MAILLE 100M) SONT JUXTAPOSE PAR RAPPORT AU TRAIT DE COTE HISTOLITT AU 1/25000 (© IGN-SHOM 2007). SYSTEME DE PROJECTION LAMBERT93. 22
ILLUSTRATION 13 : LOCALISATION DES SONDAGES GEOLOGIQUES PROVENANT DE LA BGM/BSSMER ET DES PROFILS DE SISMIQUE REFLEXION (CLASSES PAR CAMPAGNE OCEANOGRAPHIQUE) DISPONIBLES SUR LE SECTEUR D'ETUDE. SYSTEME DE PROJECTION LAMBERT93. 23
ILLUSTRATION 14 : EXEMPLE DE PROFIL SISMIQUE (VD05-28 ;CAMPAGNE GEOVEND05 ; CNRS GEOSCIENCES RENNES 1 & BRGM). AXE VERTICAL : MS.T.D. ; AXE HORIZONTAL : N° TIR. SA : SOCLE ACOUSTIQUE ; S1 : UNITE SISMIQUE ATTRIBUEE A LA FORMATION TERTIAIRE. 25
ILLUSTRATION 15 : COUVERTURE DES PRODUITS CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES UTILISES POUR EFFECTUER LA SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE DE LA NATURE DES SEDIMENTS MEUBLES. 25
ILLUSTRATION 16 : COUVERTURE DES PRODUITS CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES UTILISES POUR EFFECTUER LA SYNTHESE CARTOGRAHIQUE DE LA GEOLOGIE DU SUBSTRATUM. 26
ILLUSTRATION 17 : METHODOLOGIE GLOBALE POUR LA REALISATION DE LA CARTE GEOLOGIQUE TERRE-MER DU SUBSTRATUM ET DES SEDIMENTS MEUBLES. LES CADRES AU CONTOUR ORANGE PRESENTENT LES DONNEES SOURCES, LES CADRES ROUGE LES ACTIONS REALISEES SUR LES CHAMPS ATTRIBUTAIRES, ET LES ELLIPSES AUX CONTOURS BLEUS LES ACTIONS SUR LES OBJETS CARTOGRAPHIQUES. 30
ILLUSTRATION 18 : COMPARAISON ENTRE (A) LA CARTE GEOLOGIQUE DE LA FRANCE A L'ECHELLE DU MILLIONIEME (CHANTRAINE ET AL., 2003) ET (B) LA CARTE GEOLOGIQUE DE HUERTA ET AL. (2010). 31
ILLUSTRATION 19 : PORTION DU MNT IGN (RESOLUTION 25 METRES - © IGN) UTILISEE DANS LA PRESENTE ETUDE (EN COULEUR). LE MNT ORIGINE (EN GRISE) A ETE DECOUPE PAR LE TRAIT DE COTE (© IGN-SHOM) ET LA ZONE D'ETUDE. 38
ILLUSTRATION 20 : CARTES DES DONNEES BATHYMETRIQUES MONTRANT (A) LES DIFFERENTES SOURCES :SONDES HYDROGRAPHIQUES DU SHOM (© SHOM – 2011) DES DALLES 14561 (BLEU), 14562 (VERT), ET 14572 (ROUGE), ET DES CARTES MARINES (VIOLET) ; (B) REPARTITION DES SONDES REGROUPEES EN UN SEUL FICHIER DE POINTS. 39
ILLUSTRATION 21 : CARTES DE REPARTITION DES DONNEES D'EPAISSEUR DES SEDIMENTS (A) AVANT ET (B) APRES REGROUPEMENT EN UN SEUL FICHIER DE POINTS (CF. TEXTE POUR LA LEGENDE DES CARTES). 40
ILLUSTRATION 22 : CARTE DE LA MORPHOLOGIE TERRE-MER DU SECTEUR D'ETUDE. 43
ILLUSTRATION 23 : FICHE SIGNALETIQUE DE LA CARTE DE LA MORPHOLOGIE TERRE-MER DU SECTEUR D'ETUDE. 44
ILLUSTRATION 24 : CARTE HARMONISEE TERRE-MER DE LA GEOLOGIE DU SUBSTRATUM DU SECTEUR D'ETUDE A L'ECHELLE 1/250000 (SYSTEME DE PROJECTION LAMBERT93). CETTE CARTE EST ASSOCIEE A UNE CARTE DES UNITES LITHO-STRATIGRAPHIQUES. 45
ILLUSTRATION 25 : FICHE SIGNALETIQUE DE LA CARTE HARMONISEE TERRE-MER DU SUBSTRATUM DU SECTEUR D'ETUDE. 46
ILLUSTRATION 26 : CARTE HARMONISEE TERRE-MER DE LA NATURE DES SEDIMENTS MEUBLES DU SECTEUR D'ETUDE A 1/250000 (SYSTEME DE PROJECTION LAMBERT93). 47

ILLUSTRATION 27 : FICHE SIGNALETIQUE DE LA CARTE HARMONISEE TERRE-MER DE LA NATURE DES SEDIMENTS MEUBLES DU SECTEUR D'ETUDE. 48
ILLUSTRATION 28 : CARTE D'EPAISSEUR DES FORMATIONS MEUBLES TERRE-MER DU SECTEUR D'ETUDE A 1/250000 (SYSTEME DE PROJECTION LAMBERT93). 49
ILLUSTRATION 29 : FICHE SIGNALETIQUE DE LA CARTE DES EPAISSEURS DES SEDIMENTS MEUBLES TERRE-MER DU SECTEUR D'ETUDE 50
ILLUSTRATION 30 : CARTE DE LA MORPHOLOGIE DU TOIT DU SUBSTRATUM TERRE-MER (SYSTEME DE PROJECTION LAMBERT93) 51
ILLUSTRATION 31 : FICHE SIGNALETIQUE DE LA CARTE DE LA MORPHOLOGIE DU TOIT DU SUBSTRATUM INDURE DU SECTEUR D'ETUDE (1ERE PARTIE) 52
ILLUSTRATION 32 : CARTE G (SHOM, 2009) CONSULTABLE SUR LE PORTAIL HTTP://DATA.SHOM.FR/ 57
ILLUSTRATION 33: CARTE SEDIMENTOLOGIQUE SOUS-MARINE DES COTES DE FRANCE AU 1/100000 – FEUILLE DE L'ILE D'YEU (VANNEY, 1971) 58
ILLUSTRATION 34 : CARTE SEDIMENTOLOGIQUE SOUS-MARINE DES COTES DE FRANCE AU 1/100000 – FEUILLE DE SAINT-NAZAIRE (VANNEY, 1968) 58
ILLUSTRATION 35 : CARTE SEDIMENTOLOGIQUE DU GOLFE DE GASCOGNE AU 1/500000 – PARTIE SEPTENTRIONALE DE LESUEUR ET AL. (1986) ET SON TABLEAU DE CLASSIFICATION SEDIMENTAIRE. 59
ILLUSTRATION 36 : ATLAS DES FONDS MEUBLES DU PLATEAU CONTINENTAL DU GOLFE DE GASCOGNE : CARTES BIOSEDIMENTAIRES (SOURCE CHASSE C., GLEMAREC M., 1976 ; PRODUIT NUMERIQUE REBENT IFREMER-UNIVERSITE-CNRS, 2009). 59
ILLUSTRATION 37 : CARTE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES DU SYNFORME DE PIRIAC (BERNE ET AL., 1987 – EXTRAIT DU SERVEUR SEXTANT HTTP://WWW.IFREMER.FR/SEXTANT/FR/WEB/GUEST/CATALOGUE) 60
ILLUSTRATION 38 : CARTE BIOSEDIMENTAIRE DES FONDS MEUBLES DES PERTUIS CHARENTAIS (1976) AU 1/100000 (EXTRAIT DU SERVEUR SEXTANT HTTP://WWW.IFREMER.FR/SEXTANT/FR/) 60
ILLUSTRATION 39 : CARTE DES EPAISSEURS DES NAPPES ALLUVIALES (EXTRAIT HTTP://WWW.IFREMER.FR/SEXTANT/FR/WEB/GRANULATS-MARINS/RESSOURCES-MINERALES). 61
ILLUSTRATION 40 : PROFONDEUR DU SUBSTRATUM ANTE-QUATERNAIRE (MNT 100M) (THINON ET AL., 2008). 62
ILLUSTRATION 41 : ISOPAQUES DES SEDIMENTS MEUBLES (QUATERNAIRE SUPPOSE) DU PLATEAU BRETAGNE SUD – FEUILLE LORIENT (THINON ET AL. 2008 – BRGM). 62

Liste des Tableaux

TABLEAU 1 : LISTING DES CARTES GEOLOGIQUES DU DOMAINE TERRE POUR LE SUBSTRATUM ET LES SEDIMENTS MEUBLES (EN VERT : LES CARTES HARMONISEES DEPARTEMENTALES VECTORIELLES ; EN BEIGE : LES CARTES GEOLOGIQUES VECTORIELLES). 14
TABLEAU 2 : LISTING DES CAMPAGNES SISMIQUES EXISTANTES ET DISPONIBLES SUR LE PLATEAU VENDEEN. A= ANALOGIQUE ; N=NUMERIQUE. LA DESCRIPTION DE CES CAMPAGNES EST CONSULTABLE SUR LE SITE SISMER (HTTP://WWW.IFREMER.FR/SISMER/FR/CATAL/CAMPAGNE/CAMPAGNE_FR.HTM). 24
TABLEAU 3 : LISTING DES CARTES SEDIMENTOLOGIQUES ET MNT DES EPAISSEURS DES SEDIMENTS MEUBLES DISPONIBLES. LES LIGNES BLEUES REPRESENTENT LES DONNEES UTILISEES POUR LES SYNTHESES CARTOGRAPHIQUES GEOPAL. LES CARTES LISTEES SONT DECRITES EN ANNEXE 2 27
TABLEAU 4 : LISTING DES CARTES GEOLOGIQUES ET MNTS DE LA PROFONDEUR DU TOIT DU SUBSTRATUM DISPONIBLES. LES LIGNES BLEUES REPRESENTENT LES DONNEES UTILISEES POUR LES SYNTHESES CARTOGRAPHIQUES GEOPAL. LES CARTES LISTEES SONT DECRITES EN ANNEXE 2 28
TABLEAU 5 : CLASSES LITHOLOGIQUES DE LA SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE « NATURE DU FOND MARIN » SUR LE SECTEUR D'ETUDE (CF. TABLEAU 6). 35
TABLEAU 6 : CLASSIFICATIONS DES SEDIMENTS MEUBLES DE CETTE PRESENTE ETUDE ET DES CARTES EXISTANTES. TENEUR EN % DU SEDIMENT TOTAL. LES DIAMETRES Ø DE CHAQUE ELEMENT SONT : Ø (CAILLOUTIS) > 20MM ; 2MM < Ø (GRAVIERS) < 20 MM ; 0.5MM < Ø (SABLES) < 2MM ; 0.05MM < Ø (SABLES FINS) < 0.5MM ; Ø (VASES) < 0.05 MM. LA DEFINITION DES LEGENDES EST PRESENTEE TABLEAU 5. 36

Liste des annexes

ANNEXE 1 : EXEMPLE DE COURRIER ENVOYE AUX COMMUNES POUR LA COLLECTE DES DONNEES 56
ANNEXE 2 : DESCRIPTION DES CARTES DISPONIBLES EN DOMAINE MER 57
ANNEXE 3 : REGROUPEMENT ET HARMONISATION DES ENSEMBLES LITHOLOGIQUES DU SUBSTRATUM (PARTIE DOMAINE TERRE) 63
ANNEXE 4 : UNITES LITHO-STRATIGRAPHIQUES DU SUBSTRATUM 71
ANNEXE 5 : REGROUPEMENT ET HARMONISATION DES ENSEMBLES LITHOLOGIQUES DU SUBSTRATUM (PARTIE DOMAINE MER) 75
ANNEXE 6 : REGROUPEMENT ET HARMONISATION DES ENSEMBLES LITHOLOGIQUES DES SEDIMENTS MEUBLES TERRE-MER 77

1 Description du projet

Le littoral est un territoire qui constitue un enjeu majeur pour les Pays-de-la-Loire. Sa gestion doit intégrer un ensemble d'intérêts, projets et contraintes qui interagissent et parfois s'opposent : développement économique (tourisme, exploitation de granulats marins, projets de parcs éoliens,…), protection de l'environnement, lutte contre l'érosion côtière, etc.

La géologie joue un rôle clef sur la structure, l'évolution et les ressources de ce territoire, aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. Une cartographie géologique harmonisée Terre-Mer des Pays-de-la-Loire a été réalisée par le BRGM afin de constituer un référentiel de base pour l'ensemble des acteurs du littoral : services de l'Etat, collectivités territoriales, etc. Ce travail a bénéficié du soutien de GEOPAL, structure co-pilotée par l'État et la Région des Pays-de-la-Loire et financée à la fois par ces derniers et par les fonds européens Feder. En effet GEOPAL ayant pour but de mutualiser les acquisitions d'informations géographiques et de les mettre à disposition des acteurs publics de la région, la réalisation de cette nouvelle carte géologique littorale a fait partie des projets retenus.

L'objectif du projet « cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays-de-la-Loire » est de constituer, sur la base des données existantes, une cartographie géologique harmonisée Terre-Mer du littoral des Pays-de-la-Loire (Illustration 1) et de la mettre à disposition des partenaires de GEOPAL via le portail géographique des Pays-de-la-Loire.

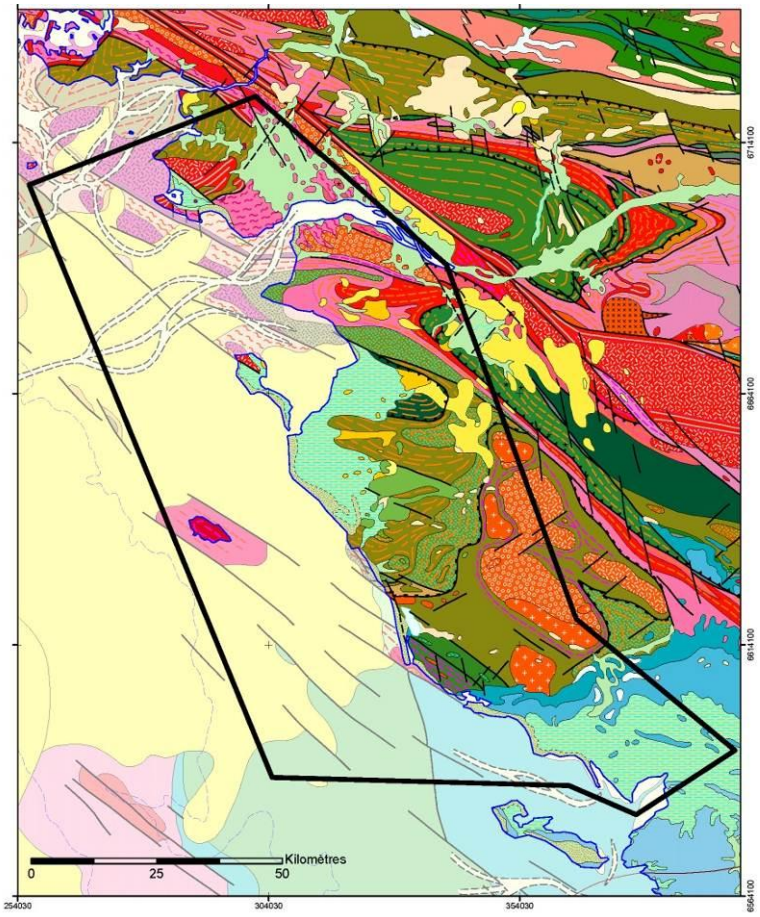


Illustration 1: Localisation de la zone d'étude (polygone en noir) sur fond de la carte géologique au millionième (Chantraine et al., 2003). En Lambert93.

1.1 ACTIONS EFFECTUEES

Les synthèses cartographiques du domaine Terre-Mer des Pays-de-la-Loire, réalisées dans le cadre de la présente étude, se basent sur des données disponibles sur le secteur prédéfini (Illustration 1).

Ce projet a été structuré pour chacun des domaines Terre (domaine émergé), Mer (domaine immergé) et Estran (domaine soumis aux marées) en plusieurs phases :

1. **Recueil, dépouillement, sélection, mise en forme des données :**
   - *Domaine Terre*
     - Recueil et dépouillement des données (sondages géologiques) ;
     - Recueil et sélection des produits cartographiques existants ;
     - Collecte à partir des sondages géologiques de la nature et des épaisseurs de sédiments ainsi que de la nature et profondeur du toit du substratum.
   - *Domaine Estran*
     - Recueil et dépouillement des données (trait de côte ; ortho-photographie ; cartes géologiques) ;
     - Récupération des objets de l'Estran sur les cartes géologiques 1/50000.
   - *Domaine Mer*
     - Recueil et dépouillement des données (sondages géologiques, profils sismiques, sondes hydrographiques) ;
     - Recueil et sélection des produits cartographiques existants. Scans, géo-référencement, numérisation des cartes papiers ;
     - Renseignement des entités sous SIG (descriptions, sources de données, …) ;
     - Collecte à partir des sondages géologiques de la nature et des épaisseurs de sédiments ainsi que de la nature et profondeur du toit du substratum.
2. **Compilation, harmonisation, synthèse cartographique et modélisation :**
   - *Domaine Terre*
     - Analyse géologique des coupes de sondage ;
     - Construction du MNT des épaisseurs des sédiments meubles ;
     - Construction du MNT de la profondeur du toit du substratum ;
     - Regroupement et harmonisation des données entre les différentes cartes ;
     - Simplification et synthèse à 1/250000 de la carte de nature des sédiments meubles ;
     - Simplification et synthèse à 1/250000 de la carte de nature du substratum.
   - *Domaine Estran*
     - Intégration des cartes géologiques 1/50000 ;
     - Harmonisation des informations avec le domaine Terre ;
     - Calage et interprétation des ortho-photographies.
   - *Domaine Mer*
     - Interprétation des nouveaux profils sismiques : pointé toit du substratum ; distribution et géométrie des formations géologiques, localisation des structures ;
     - Compilation des cartes disponibles ;
     - Harmonisation des contours et des descriptions lithologiques et détermination des incohérences ;
     - Cartographie de la nature des sédiments meubles ;
     - Cartographie du substratum ;
     - Construction du MNT bathymétrique ;
     - Construction du MNT des épaisseurs des sédiments meubles ;
     - Construction du MNT de la profondeur du toit du substratum.
3. **Mise en forme des livrables Terre-Mer:**
   - Compilation des synthèses Terre, Mer et Estran ;
   - Harmonisation des champs renseignés pour les couches numériques du SIG ;
   - Harmonisation des légendes ;

- Création des planches cartographiques ;
- Elaboration des produits associés : fiche signalétique ;
- Création des images géo-référencées et transformation des fichiers ARCGIS en WMS ;
- Intégration des livrables et documents associés au portail GEOPAL.

1.2 LIVRABLES FOURNIS

Les livrables de cette étude sont des **synthèses cartographiques harmonisées Terre-Mer du littoral des Pays-de-la-Loire** et sont composés de :

1. une carte de nature des formations meubles;
2. une carte géologique du substratum (nature des formations indurées et structures majeures)
3. une carte d'épaisseur des formations meubles
4. une carte de profondeur du toit du substratum.

Les produits cartographiques ont été construits via un Système d'Information Géographique (ArcGIS). Tous les produits cartographiques sont fournis dans le système de projection Lambert93 (système géodésique RGF93).

La carte harmonisée de nature des sédiments meubles et la carte géologique harmonisée du substratum sont livrées sous forme d'images géo-référencées ainsi que sous forme de vecteurs au format WMS, de manière à ce que les éléments cartographiques soient interrogeables sur le portail GEOPAL.

Les cartes d'isopaques des formations meubles et de profondeur du substratum, dérivées de Modèles Numériques Maillés, sont fournies uniquement sous forme d'images géo-référencées.

Avec ces produits cartographiques sont fournis des documents associés :

- Une carte morphologique Terre-Mer du littoral des Pays-de-la-Loire sous forme d'image géo-référencée ;
- La localisation des données. Les métadonnées et descriptions simplifiées des sondages Terre (BSS) et Mer (BGM/BSSmer) et les métadonnées des profils sismiques sont fournis de manière à être interrogeables via le portail GEOPAL ;
- Une carte des produits cartographiques sources ;
- Une fiche signalétique pour chaque produit cartographique ;
- Un rapport.

1.3 PARTENARIATS/FINANCEMENTS

Le projet de cartographie géologique du littoral des Pays-de-la-Loire est porté par le BRGM et a été retenu par GEOPAL pour bénéficier du soutien de cette structure.

De ce fait, les travaux de cette étude ont été financés d'une part par les fonds propres du BRGM, au titre de ses actions de recherche, et d'autre part par GEOPAL, ce qui s'est traduit par des subventions allouées par le FNADT et par les fonds structurels européens Feder.

2 Présentation des données

Ce chapitre est consacré aux données qui ont été recensées lors de cette étude.

Il comprend une liste des données avec une description succincte ainsi que la sélection des données qui ont intégrées les synthèses cartographiques. Les données sont présentées par domaines (Terre, Estran et Mer).

Une analyse de la couverture des données et de la connaissance du secteur d'étude est présentée par thématique et type de données.

2.1 DOMAINE TERRE

2.1.1 Données définissant la géologie du substratum et la nature des sédiments meubles

Deux produits de cartographie géologique numérique existent (Illustration 2) : les cartes géologiques vectorisées à l'échelle 1/50000 de la France et les cartes géologiques harmonisées départementales à l'échelle 1/50000 (Base de données CHARM Bd Charm-50). Les cartes sont listées dans le Tableau 1. L'ensemble de ces cartes couvrent la totalité du domaine émergé du secteur d'étude.

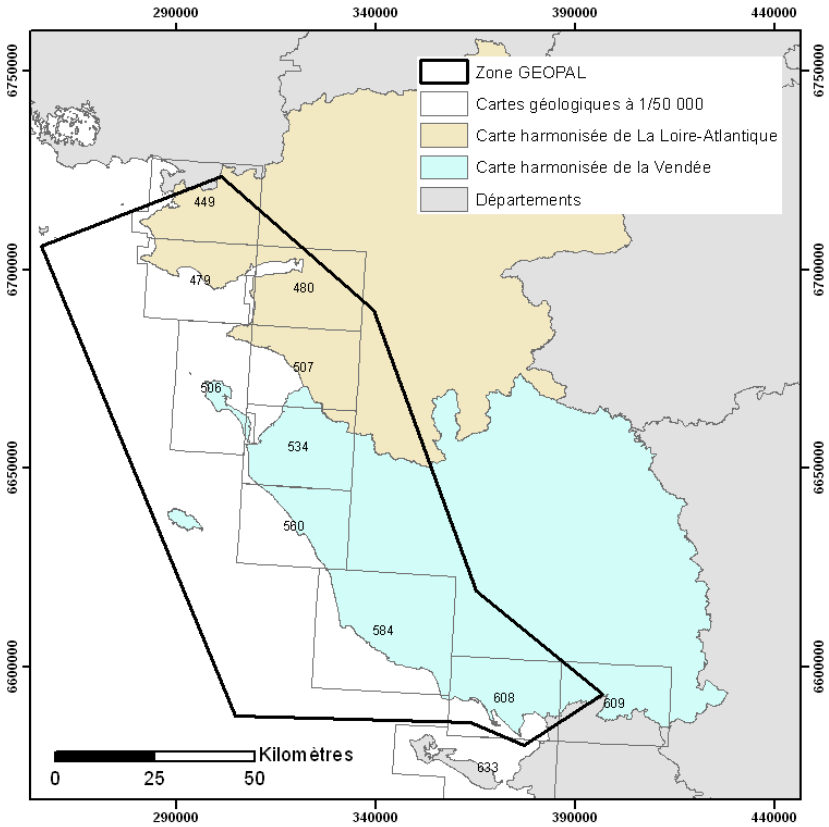


Illustration 2 : Couverture des produits cartographiques disponibles utilisés pour effectuer la synthèse cartographique du substratum et de la nature des sédiments meubles (projection Lambert93).

CARTE	AUTEURS	ECHELLE	NOM_FEUILLE	REFERENCE	Organisme
449	Audren C., Jégouzo P., Barbaroux L., Bouysse P.	1/50000	**La Roche-Bernard**	Audren C., Jégouzo P., Barbaroux L., Bouysse P., 1975 - Notice explicative carte géol. France (1/50 000), feuille La Roche-Bernard (449) - BRGM, Orléans. Carte géologique par C. Audren, P. Jegouzo, L. Barbaroux, P. Bouysse (1975)	BRGM
479	Hassendorfer B., Barbaroux L., Berthois L.	1/50000	**Saint-Nazaire**	Cogné J., Hassendorfer B., Barbaroux L. 1973 - Notice explicative carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Nazaire (479) - BRGM, Orléans. Carte géologique par B. Hassenforder, L. Barbaroux, L. Berthois (1973)	BRGM
480	Ters M., Marchand J., Ottmann F.	1/50000	**Paimboeuf**	Ters M., Marchand J., Ottmann F., Biteau F., Talbo H., Limasset O., Guigues J., Bambier A. 1978 - Notice explicative carte géol. France (1/50 000), feuille Paimboeuf (480) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J. Marchand, F. Ottmann (1978)	BRGM
506	Ters M., Gouleau D., Vanney J.R.	1/50000	**Ile-de-Noirmoutier**	Ters M., Viaud J.M., Châteauneuf J.J., Ollivier-Pierre M.F., Vaudois N., Gautier M. 1978 – Notice explicative carte géol. France (1/50 000), feuille Ile-de-NoirMoutier/Pointe de Saint-Gildas (506/533) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, D. Gouleau, J.R. Vanney (1978)	BRGM
507	Ters M., Mounès J., Gouleau D.	1/50000	**Machecoul**	Ters M., Ollivier-Pierre M.F., Châteauneuf J.J., Féraud, J. 1979 –Notice explicative carte géol. France (1/50 000), feuille Machecoul (507) –BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J. Mounès, D. Gouleau (1978)	BRGM
534	Ters M., Viaud J.M., Verger F.	1/50000	**Challans**	Ters M., Viaud J.M. 1983 - Notice explicative carte géol. France (1/50 000), feuille Challans (534) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J.M. Viaud, F. Verger, D. Gouleau (1983)	BRGM
560	Ters M., Viaud J.M., Verger F., Vanney J.R.	1/50000	**Saint-Gilles-Croix-de-Vie**	Ters M., Viaud J.M., 1987 - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie (560) –Orléans : BRGM, 135 p. Carte géologique par Ters M., Viaud J.M., Verger F., Vanney J.R., (1983)	BRGM
584	Ters M., Gabilly J.	1/50000	**Les Sables-d'Olonne/Longeville**	Goujou J.C., Debrand-Passard S., Hantzpergue P., Lebret P., 1994. - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Les Sables-d'Olonne/Longeville (584). Orléans : BRGM, 95 p. Carte géologique par Ters M., Gabilly J., (1986)	BRGM
608	Verger F., Gabilly J., Ducloux J., Barusseau J.P.	1/50000	**L'Aiguillon-sur-Mer**	Verger F., Bresson G., Limasset O., Barruol J. 1975 - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille L'Aiguillon-sur-Mer (608). Orléans : BRGM, 22 p. Carte géologique par Verger F., Gabilly J., Ducloux J., Barusseau J.P., (1975)	BRGM
609	Dupuis J., Ducloux J., Cariou E.	1/50000	**Marans**	Dupuis J., Cariou E., Coirier B., Ducloux J., 1975 - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Marans (609). Orléans : BRGM, 19 p. Carte géologique par Dupuis J., Ducloux J., Cariou E., (1975)	BRGM
633	Bourgueil B., Benvel B., Chauvet M.	1/50000	**La Rochelle/Ile-de-Ré**	Carte géol. France (1/50 000), feuille La Rochelle/Ile-de-Ré (633). Orléans : BRGM, 32 p. Carte géologique par Bourgueil B., Benvel B., Chauvet M.	BRGM
1539	Bechennec F.	1/50000	**Loire-Atlantique**	Bechennec F., 2007 - Carte géologique harmonisée de Loire-Atlantique à 1/50 000	BRGM
2327	Bechennec F.	1/50000	**Vendée**	Bechennec F., 2009 - Carte géologique harmonisée de Vendée à 1/50 000	BRGM

Tableau 1 : Listing des cartes géologiques du domaine Terre pour le substratum et les sédiments meubles (en vert : les cartes harmonisées départementales vectorielles ; en beige : les cartes géologiques vectorielles).

a) Cartes géologiques vectorisées à 1/50000 de la France

L'ensemble du secteur d'étude Terre a été cartographié à l'échelle 1/50000 entre 1973 et 1986. Toutes les cartes géologiques de la France à 1/50000 du secteur d'étude sont disponibles au format papier et associées à une notice géologique. Dans un premier temps, ces cartes ont été scannées et géo-référencées pour obtenir des produits cartographiques de type raster (Illustration 3).

Un dernier traitement a permis la vectorisation de ces cartes raster, afin de faire ressortir l'ensemble des contours et contacts des différentes formations (polylignes), les entités surfaciques (polygones) tout comme les structures, telles que les failles, axes de plis, pendages (polylignes, points), etc. Ce traitement a abouti à un produit vectoriel (Illustration 4) dont les entités surfaciques et les données de structures linéaires associées ont été utilisées.

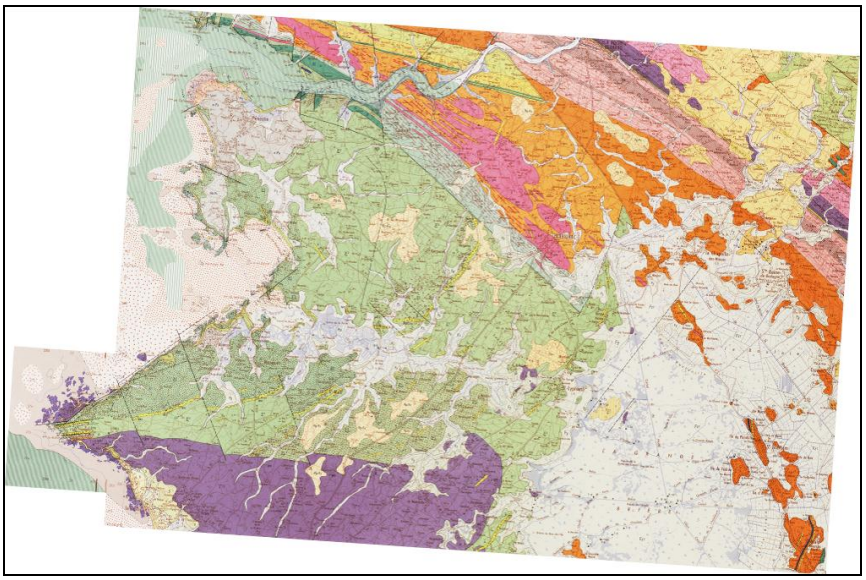


Illustration 3 : Exemple de carte géologique au format raster de la feuille 449 « La Roche-Bernard ».

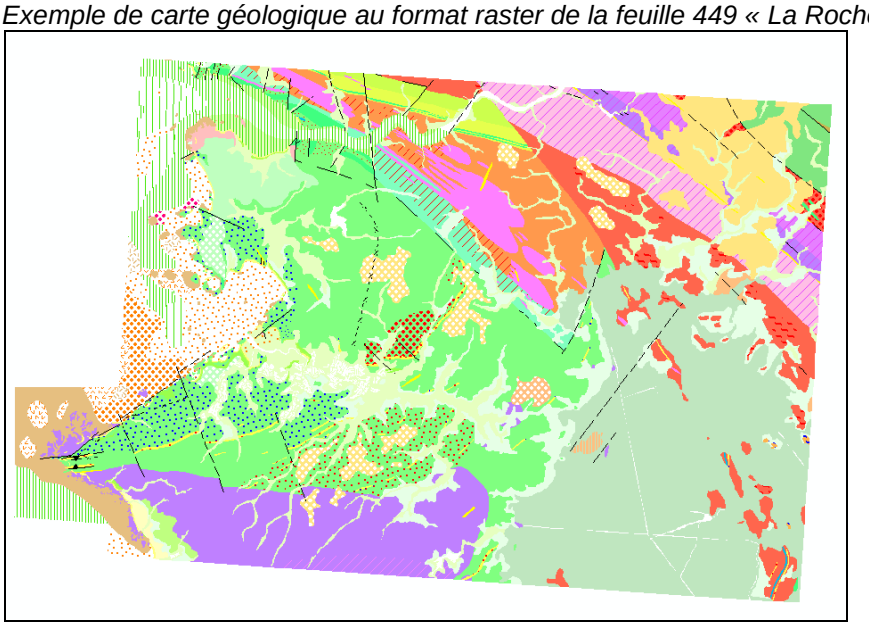


Illustration 4 : Exemple de carte géologique vectorielle de la feuille 449 « La Roche-Bernard ».

b) Cartes CHARM : cartes géologiques harmonisées départementales

La carte géologique harmonisée départementales CHARM (Illustration 5, Illustration 6) est un produit numérique dérivé de l'assemblage des cartes géologiques vectorisées à 1/50000 de la France (cf. chapitre 2.1.1a).

La surface de chaque département français est recouverte par environ une vingtaine de cartes géologiques à 1/50000. Le travail d'harmonisation à l'échelle départementale consiste à rendre cohérentes entre elles les coupures couvrant un département et donc à fournir une cartographie géologique homogène et continue sur l'ensemble d'un département. Ce travail est fait uniquement à partir des données cartographiques existantes, sans intervention nouvelle sur le terrain.

Lors de la phase d'harmonisation, les entités cartographiques (« formations » ou « caissons[1]») équivalentes mais notées ou nommées différemment d'une carte à 1/50000 à l'autre, sont corrélées entre elles à partir des légendes et des descriptions des différentes notices.

Une légende générale est établie qui résulte de la synthèse des légendes des différentes cartes à 1/50000 utilisées et des regroupements effectués. Ce travail d'harmonisation rend compte de l'état actuel de la cartographie dans le département considéré et se fait à partir de cartes à 1/50000 de qualité et de fiabilité variables : l'harmonisation réalisée efface et adapte les hétérogénéités observées en limite de cartes mais n'oblitère pas les hétérogénéités existantes d'une carte à l'autre en dehors de ces zones de limites.

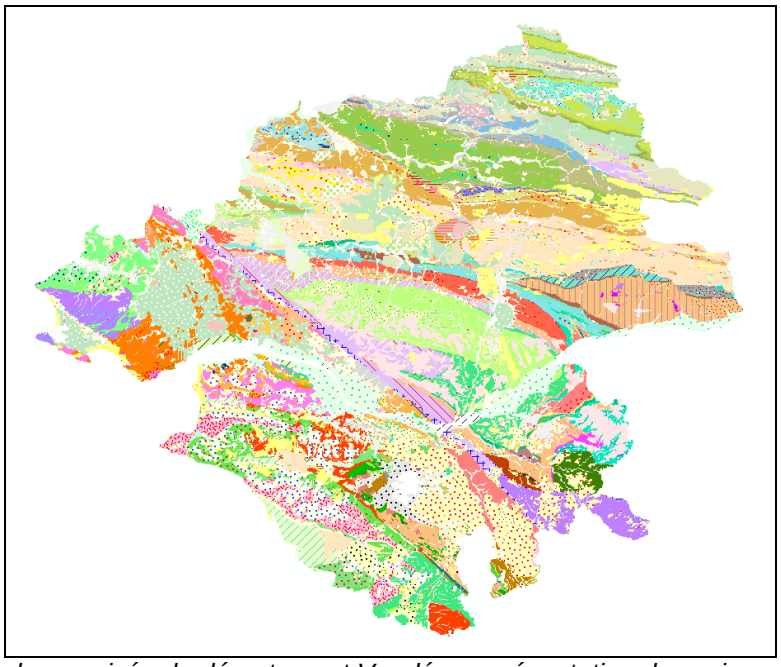


Illustration 5 : Carte harmonisée du département Vendée, représentation des caissons cartographiques.

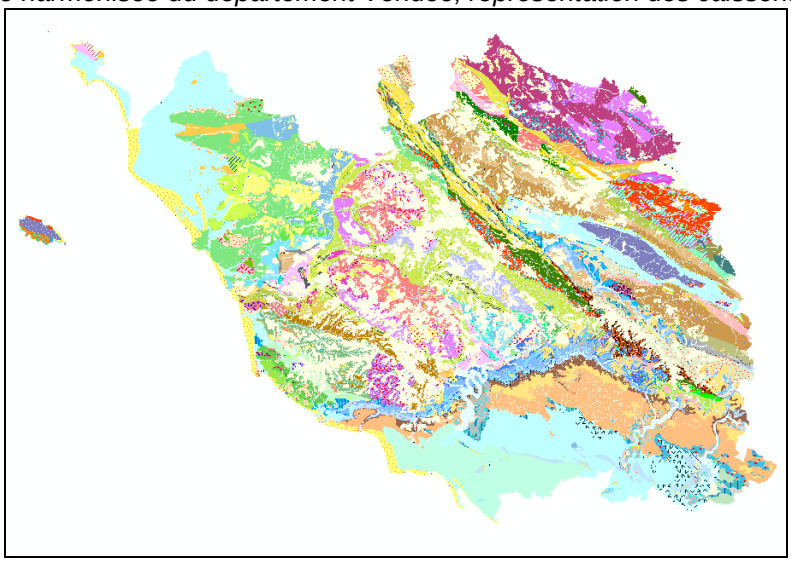


Illustration 6 : Carte harmonisée du département Loire-Atlantique, représentation des caissons cartographique.

[1]Caisson cartographique : Entité cartographique correspondant à une ou à un ensemble de formations géologiques définie par un âge, une lithologie, ou autres... (caisson de légende : à chaque polygone cartographique ne peut correspondre qu'un seul caisson ; à l'inverse, à chaque caisson peut correspondre à de nombreux polygones cartographiques)

2.1.2 Données informant sur les épaisseurs des sédiments meubles

La réalisation de la carte d'épaisseur des sédiments meubles repose sur des données ponctuelles provenant de descriptions verticales de sondages. Dans les secteurs peu couverts par les sondages, la carte géologique a été utilisée pour contraindre les épaisseurs (un substratum affleurant ou zone de roche (sub-)affleurante équivaut à supposer que la valeur de l'épaisseur des sédiments meubles est nulle). Afin d'obtenir un jeu de données pertinentes et exploitables, deux actions ont été menées ; l'une a consisté à recenser les sondages pertinents de la BSS, l'autre à collecter de nouveaux sondages.

a) Données de la BSS (Banque de données du Sous-Sol)

Le BRGM a en charge dans ses missions de service public, de la collecte et de la mise à disposition des données du sous-sol du territoire français. La BSS (Banque de données du Sous-Sol) recense plus de 700000 ouvrages, associés à plus de 2000000 pages de documents techniques. Elle contient des informations géologiques et techniques relatives à des ouvrages souterrains : localisation, objet, description géologique, équipement technique des forages. La bancarisation des données du sous-sol par le BRGM repose sur la base des déclarations des travaux souterrains prévue par le Code Minier (art. L411-1 à L512-5 ; Brinon *et al.*, 2013). Les informations contenues dans la BSS proviennent des déclarations et informations fournies par des tiers dans le cadre des dispositions prévues par le Code Minier. Les informations fournies ne sont pas vérifiées.

Pour l'ensemble de la zone d'étude, 7348 sondages sont référencés. Les données extraites de la BSS se déclinent en trois thèmes :

- La reconnaissance du sous-sol que ce soit pour :
  - des travaux d'implantation (ouvrages d'art, bâtiments) ;
  - des études d'environnement et d'aménagement du territoire ;
  - des études fondamentales relatives aux sciences de la terre ;
- L'exploitation, principalement d'eau et de matériaux ;
- La recherche d'eau, de matériaux.

On notera que durant les 20 dernières années, pas un seul sondage relatif à des travaux d'implantation et dans une moindre mesure, des études d'aménagement, n'a été déclaré. Une proportion importante de ces travaux sont concernés par le Code Minier. Il en résulte **qu'un grand nombre de données capitales n'ont pas pu être prises en compte dans la réalisation de la modélisation** des épaisseurs de sédiments meubles.

Après sélection des dossiers comportant des descriptions géologiques suffisamment précises pour l'étude de l'épaisseur des sédiments meubles sur le secteur d'étude, 3008 sondages sur les 7348 ont été retenus (Illustration 7). La répartition spatiale de ces sondages est très hétérognène et est principalement conditionnée par l'activité humaine sur le territoire.

b) Collecte et intégration de nouveaux sondages

Une collecte de données de sondages complémentaires auprès des communes littorales de la zone d'étude a été menée. Sur 76 communes sélectionnées 3 d'entre elles (communauté de communes Océan marais de Monts), avaient déjà fait l'objet de ce type de requête ces dernières années. Ce sont donc 73 communes qui ont été consultées par courrier (Annexe 1) afin de rassembler et de mettre à disposition les études relatives aux travaux d'aménagement et d'implantation. Nous avons eu des retours pour 18 communes et pu ainsi collecter des

données pour 12 d'entre-elles (Illustration 8). Les sondages les plus pertinents ont alors été enregistrés dans la BSS et sont venus ainsi compléter le jeu de données pour l'analyse.

A cela, une opération supplémentaire de recueil et de bancarisation de données géologiques et géotechniques a été faite par le BRGM sur la base d'une ancienne collecte de sondages, qui ont été réalisés dans le cadre de travaux routiers (Conseil Général 44 et 85).

Ainsi 1526 sondages ont complétés l'extraction initiale de la BSS, soit un total de 4534 sondages (Illustration 9).

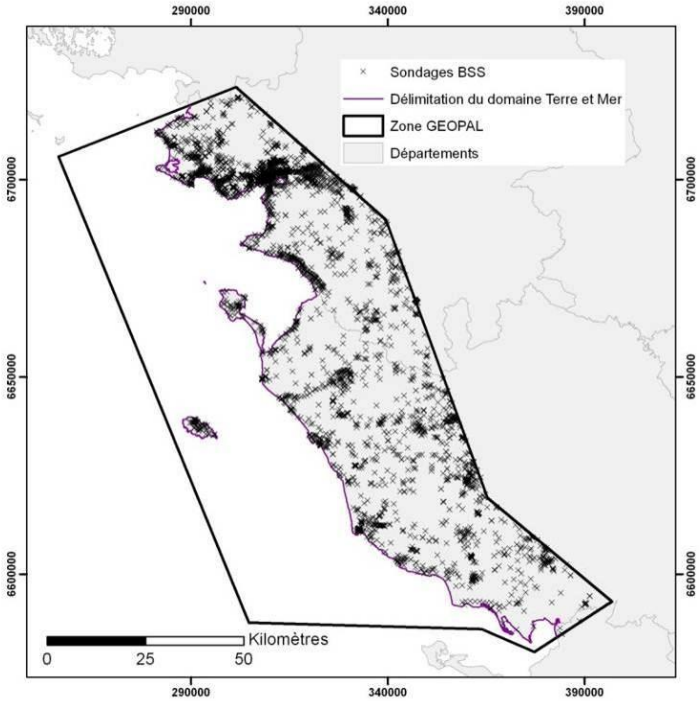


Illustration 7 : Répartition des données géologiques extraites des 3008 sondages sélectionnés de la BSS.

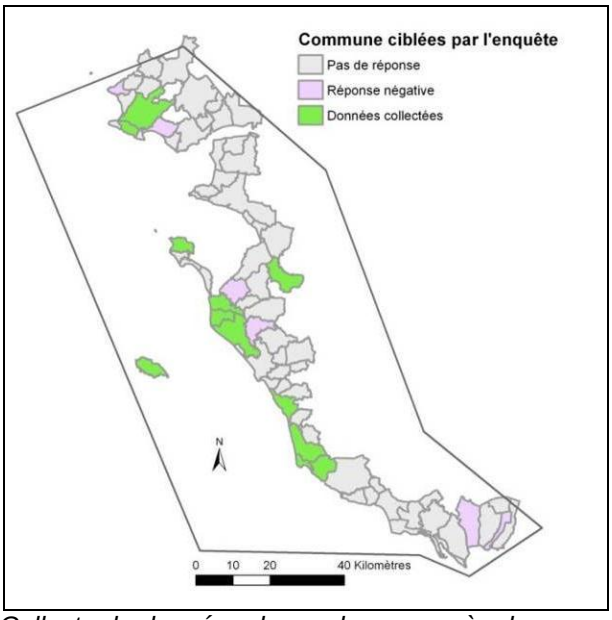


Illustration 8 : Collecte de données de sondages auprès des communes ciblées.

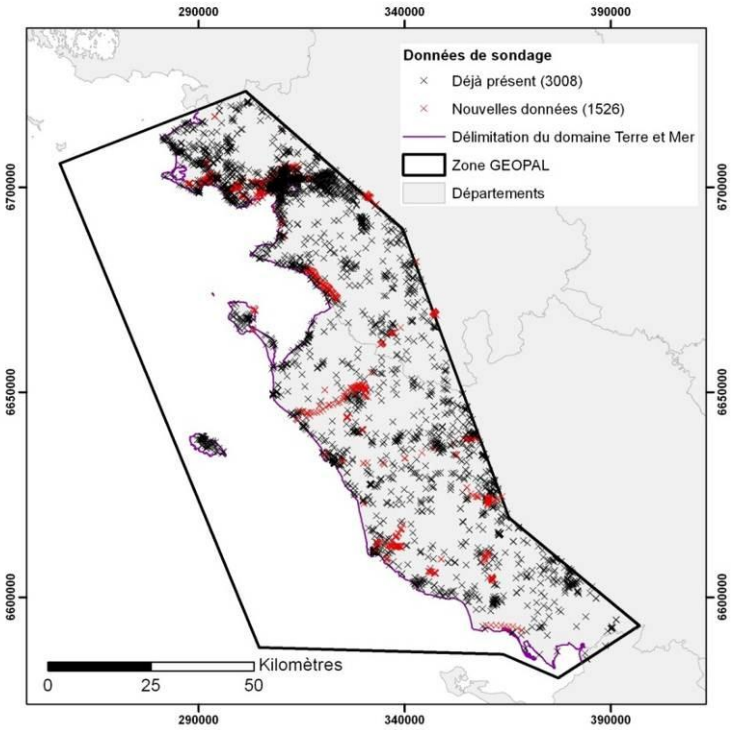


Illustration 9 : Répartition de l'ensemble des données de sondages, avec localisation des 1526 nouveaux sondages enregistrés dans le cadre de cette étude.

2.2 DOMAINE ESTRAN

L'Estran est la zone de transition Terre-Mer, zone d'action des marées. Le domaine « Estran » des cartes géologiques vectorielles de la France à 1/50000 disponibles est en fait une sous-partie de la zone littorale, qui est constituée des petits fonds, de l'estran (zone de balancement des marées) et d'un domaine sub-aérien (parfois touché par les vagues) composé de dunes, de falaises rocheuses, de marais…

2.2.1 Donnée de référence : le trait de côte

Le Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) et l'Institut géographique National (IGN) ont coédité un fichier dit " trait de côte HISTOLITT " (TCH ; © IGN-SHOM 2007) à l'échelle 1/25000. Le TCH se définit comme la laisse des plus hautes mers dans le cas d'une marée astronomique de coefficient 120 et dans des conditions météorologiques normales (pas de vent du large, pas de dépression atmosphérique susceptible d'élever le niveau de la mer). Il modélise cette entité théorique par un ensemble de polylignes 2D. Le TCH a été récupéré sur le site http://www.shom.fr/ dans le format propriétaire compatible avec le logiciel ArcGIS, dans les systèmes de coordonnées Lambert93 géographique.

Pour cette présente étude, le TCH à 1/25000 a été utilisé uniquement dans le cadre de la création de la carte morphologique, où il sert à titre d'information pour limiter le domaine terrestre du domaine maritime. Le TCH n'est pas fourni par le portail GEOPAL.

Le TCH est différent, plus détaillée, du trait de côte IGN utilisés sur les cartes géologiques vectorisées de la France à 1/50000. Une des conséquences est que les limites des caissons cartographiques du domaine émergé ne correspondent plus au TCH à 1/25000; certaines peuvent être dans l'estran, voire dans le domaine Mer. Pour conserver une cohérence

cartographique avec les données sources et avec l'échelle de restitution 1/250000 des synthèses cartographiques Terre-Mer de cette présente étude, le TCH n'a pas été intégré aux nouvelles cartes harmonisées du substratum et des formations meubles.

2.2.2 Les cartes géologiques vectorisées de la France à l'échelle 1/50000

La géologie de ce domaine, lorsqu'il est accessible, est renseignée sur certaines feuilles des cartes géologiques vectorisées de la France à l'échelle 1/50000 (Illustration 2). Les zones rocheuses sont en général le prolongement des formations et structures observées à terre. Dans le cadre de cette étude, l'Estran n'étant pas renseigné dans le produit cartographique harmonisé CHARM, il a été nécessaire de numériser les caissons des cartes géologiques vectorisées de la France à 1/50000 pour les intégrer dans les cartes harmonisées de cette étude.

2.2.3 Les ortho-photographies littorales

Les photos aériennes sont une source d'informations complémentaires pour le domaine Estran. Les ortho-photographies littorales de l'IGN, mises à disposition par GEOPAL, ont été utilisées afin de vérifier et de compléter la cartographie de ce domaine. Elles ont été calées et interprétées. Leurs interprétations ont été comparées aux cartes géologiques de la France à 1/50000 (Illustration 10 ; Illustration 11). Les ortho-photographies de bonne qualité ont permis de mettre en évidence les structures tectoniques, les foliations ou les stratifications mais n'ont pas permis de montrer les contacts lithologiques.

Les informations déduites des ortho-photographies littorales, permettant de préciser la cartographie géologique sur la zone Estran, ont été simplifiées pour intégrer la synthèse cartographique. Il s'agit principalement de contours stratigraphiques correspondant à des limites d'unités lithologiques ou de formations. Les structures de type « faille » identifiées sur les photos aériennes ont également été ajoutées aux cartes de synthèse.

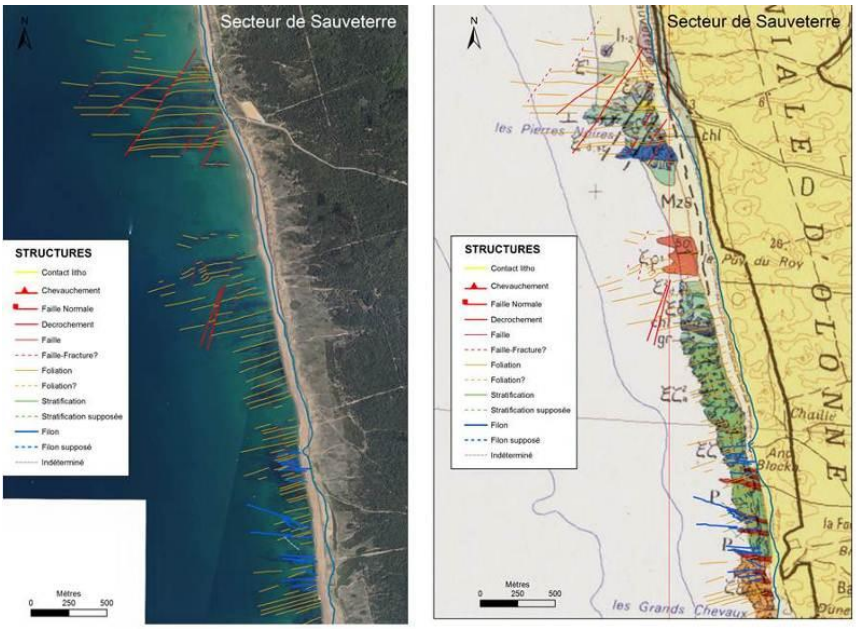


Illustration 10 : Exemple d'ortho-photographie littorale interprétée (a) et son interprétation juxtaposée à la carte géologique 1/50000 (b). Pour ce secteur, les foliations N85-90 dans les micaschistes, les failles décrochantes N20-30 et les filons N100-110 sont visibles sur la photo aérienne contrairement aux contacts lithologiques.

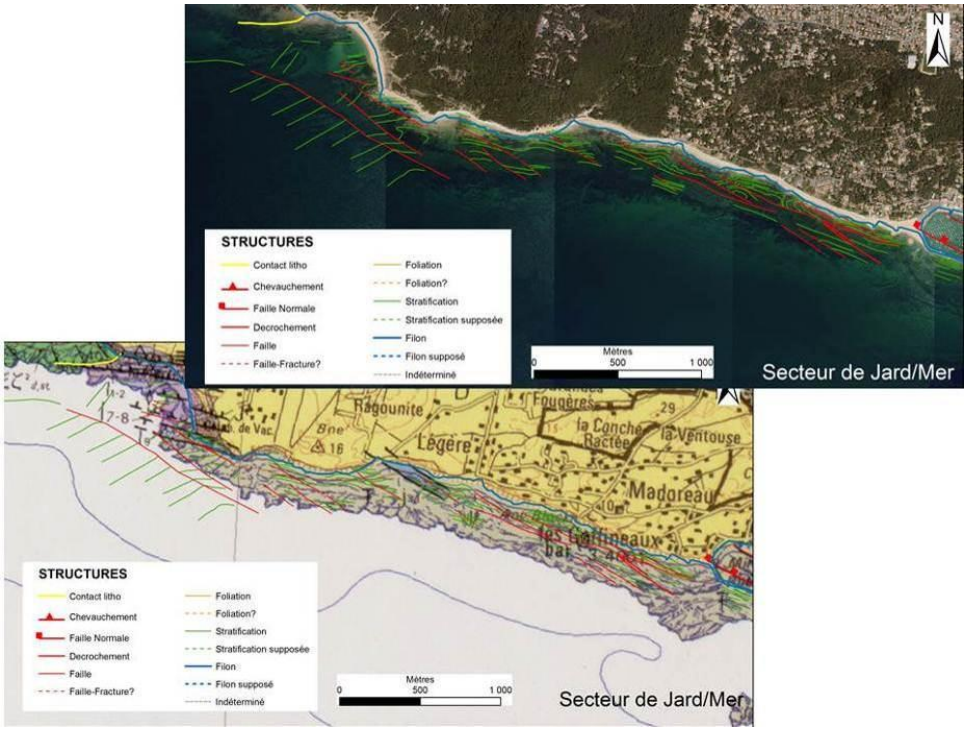


Illustration 11 : Exemple de photo aérienne du littorale interprétée (a) et son interprétation juxtaposée à la carte 1/50000 (b). Les failles N120 mais aussi la stratification dans le Jurassique y sont visibles.

2.3 DOMAINE MER

Un appel aux différents organismes (Ifremer, Universités, BRGM, sociétés industrielles) ayant des actions sur le plateau continental de la façade atlantique a été lancé afin d'effectuer un recensement des données et produits cartographiques existants sur le domaine Mer du secteur d'étude. La plupart des données et produits cartographiques a été recensée dans cette étude, cependant certains travaux n'ont pas été listés parce qu'ils ne nous ont pas été communiqués ou parce qu'ils sont en cours de finalisation (Etude de la Baie de Bourgneuf, Ifremer ; études de sites des champs éoliens ; carte G de l'ile Yeu, SHOM).

Quatre types d'informations ayant un apport important pour les synthèses cartographiques du substratum et des sédiments meubles ont été listés :

1. Données de références : la bathymétrie ;
2. Sondages géologiques marins ;
3. Profils de sismique réflexion ;
4. Produits cartographiques (Cartes géologiques, sédimentologiques, morphologiques).

Les informations recensées sont disponibles sous formes analogiques ou numériques (Vecteur, Raster). Certaines sont déjà codifiées en base de données ou consultables sur des portails internet (Sextant, Infoterre), d'autres sont éparpillées sous forme de cartes papiers ou publications scientifiques.

2.3.1 Données de références : La bathymétrie

La bathymétrie est la donnée de base pour le domaine maritime. Elle fournit une image de la morphologie du domaine (Illustration 12). On peut y distinguer les paléo-vallées de la Loire (Proust *et al.*, 2010) et du pertuis charentais (Weber *et al.*, 2004, Chaumillon et Weber, 2006), ainsi que les zones de roches sub-affleurantes tels que les plateaux calcaires cartographiés par

(Vanney, 1968, Vanney, 1971) et (Thinon *et al.*, 2008). Le MNT bathymétrique a aussi servi au calcul de la profondeur du toit du substratum ainsi qu'au calcul des épaisseurs des sédiments meubles.

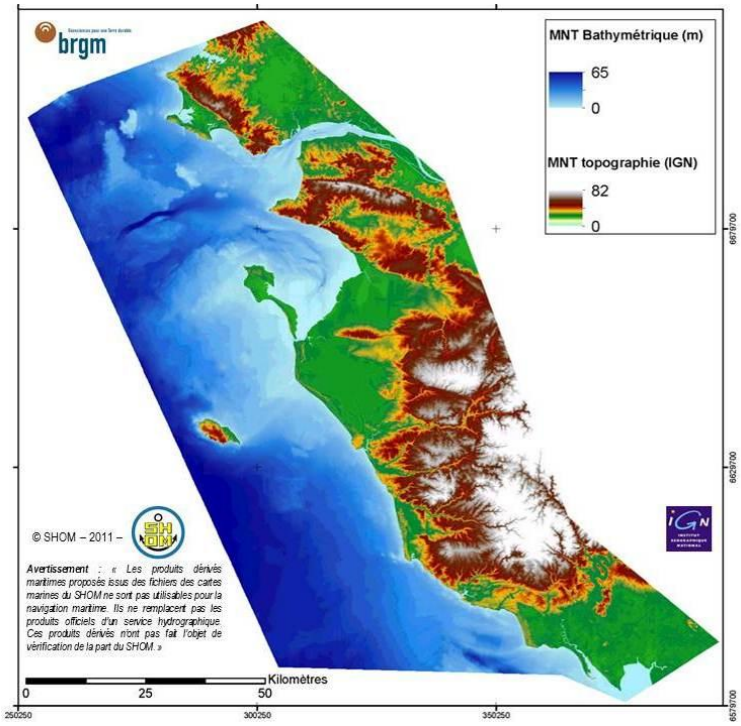


Illustration 12 : Carte morphologique Terre-Mer du secteur d'étude. Le MNT topographique IGN (maille 50m) et le MNT bathymétrique (maille 100m) sont juxtaposé par rapport au trait de côte HISTOLITT au 1/25000 (© IGN-SHOM 2007). Système de projection Lambert93.

Les sondes hydrographiques des dalles 14561, 14562, et 14572 du SHOM, ainsi que les sondes des cartes de navigation du SHOM (pour les zones non couvertes par les dalles ; cf. chapitre 3.2.2) ont été utilisées pour la construction du MNT bathymétrique de la carte morphologique du secteur d'étude à maille de 100m. Ce MNT bathymétrique ne peut en aucun cas être utilisé pour la navigation maritime. Il a uniquement pour fonction d'imager la morphologie du secteur maritime de la région Pays de Loire. Les sondes hydrographiques, tout comme le MNT bathymétrique numérique, ne sont pas diffusées dans le cadre de ce projet comme convenu dans la convention 2011 SHOM-BGRM. Seule une image géo-référencée du MNT maille 200m est présentée.

2.3.2 Sondages géologiques

Les sondages géologiques fournissent la nature et l'âge des formations géologiques prélevées. Les roches dures sont prélevées préférentiellement par les carottiers à roches et les sédiments meubles par les bennes ou les carottiers à sédiments.

Les sondages utilisés (Illustration 13) sont des sondages publics provenant de la Banque de Géologie Marine (BGM) faisant partie de la base de données nationale du Sous-sol (BSS) gérée par le BRGM et consultable sur le site Infoterre (**http://www.infoterre.fr**). Les informations sur les sondages déclarés tombés dans le domaine public sont très hétérogènes. Elles sont fonctions des descriptions fournies par des tiers au moment de la déclaration. Elles ne sont pas vérifiées (échantillons non disponibles, pas de nouveau prélèvement effectué). Les sondages effectués récemment dans le cadre de l'appel d'offre éolien offshore n'ont pas été encore intégré, car si ils ont été déclarés auprès des instances habilités, les informations n'ont pas encore été fournies au BRGM (cf. code minier français (article L. 411-1)).

Dans le cadre de ce projet, les sondages utilisés seront consultables à partir du portail GEOPAL. Leurs fiches descriptives du site internet *Infoterre* seront accessibles.

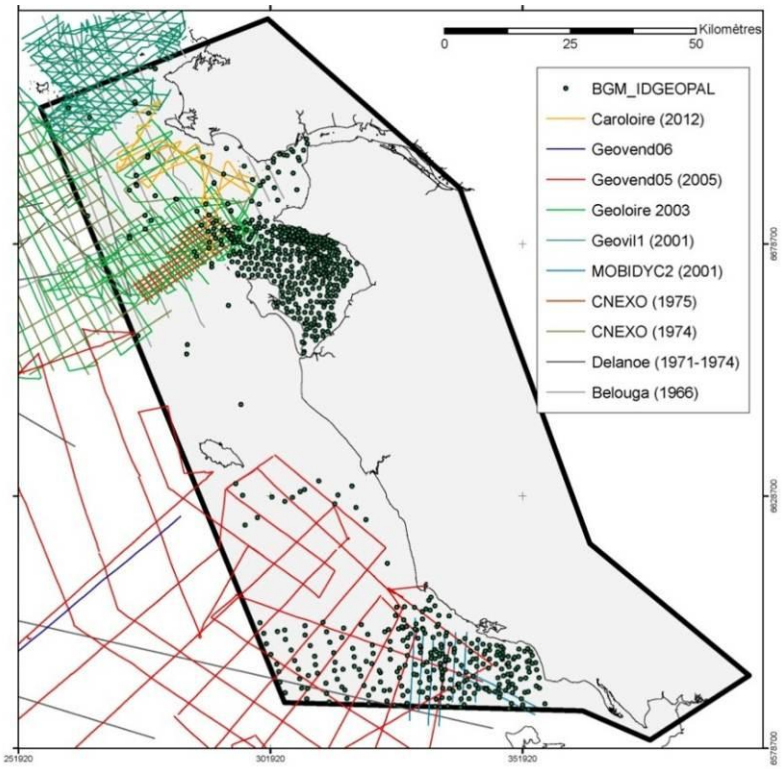


Illustration 13 : Localisation des sondages géologiques provenant de la BGM/BSSmer et des profils de sismique réflexion (classés par campagne océanographique) disponibles sur le secteur d'étude. Système de projection Lambert93.

On notera l'hétérogénéité de la distribution des données disponibles sur le secteur d'étude. Exceptés pour la Baie de Bourgneuf et le sud-ouest de la Vendée, le fond marin de la zone d'étude a peu ou pas été échantillonné.

Les descriptions de certains sondages marins ont pu être utilisées pour vérifier la cohérence des cartes disponibles et choisir parmi les différentes interprétations cartographiques lorsque c'était nécessaire :

- Les prélèvements des roches dures ont été utilisées pour contrôler le contour des zones de roches (sub)-affleurantes pour la carte de nature des fonds, mais aussi la nature et l'âge des formations géologiques pour la carte géologique du substratum ;

- Les prélèvements de sédiments pour contrôler le contour des formations meubles de la carte de nature des fonds.

Pour une majorité de sondage, les descriptions géologiques n'ont pas été déterminantes, du fait de l'hétérogénéité et de l'insuffisance des informations (imprécision des âges stratigraphiques, descriptions lithologiques effectuées sur des diagrammes différents (Folk, Flint, …), etc…). Une des conséquences est que les contours des formations sur les cartes harmonisées de nature du fond-marin et du substratum du secteur d'étude domaine Mer n'ont pas été modifiés malgré les incohérences observées entre la description des sondages et le produit cartographique initial publié.

2.3.3 Profils de sismique réflexion

Les profils sismiques fournissent des images du sous-sol et apportent une information sur la géométrie des formations géologiques et l'épaisseur des formations les plus superficielles. Le plateau continental de la zone d'étude a été la cible de quelques levés d'acquisition sismique Très Haute résolution à Haute résolution (Illustration 13, Tableau 2).

Nom de campagne et N° SISMER	*Année*	*Organismes propriétaires*	*Format*	*Utilisation*
Profils Delanoë	*1971-1974*	*Université de Nantes*	*A*	*Information sur le plateau continental*
Vilaine (FI351966000911)	*1966*	*BRGM*	*A*	*Carte Lorient et épaisseur des sédiments meubles*
CNEXO 74	*1974*	*CNEXO - IFREMER*	*A*	*Carte Lorient + épaisseur des sédiments meubles*
CNEXO 75	*1975*	*CNEXO - IFREMER*	*A*	*Carte Lorient + épaisseur des sédiments meubles*
MOBIDYC2 (FI352001410060)	*2001*	*Université de la Rochelle*	*N*	*Epaisseur des sédiments et géologie*
GEOVIL1 (FI351998070150)	*2001*	*Geosciences Univ. Rennes / BRGM*	*N*	*Carte Lorient et épaisseur des sédiments meubles*
GEOLOIRE 2003 (FI352003070180)	*2003*	*CNRS Rennes / BRGM*	*N*	*Carte Lorient et épaisseur des sédiments meubles*
GEOVEND05 (FI352005480010)	*2005*	*CNRS Rennes / BRGM*	*N*	*Epaisseur des sédiments et géologie*
CAROLOIRE (FI352012070050)	*2012*	*CNRS Rennes / BRGM*	*N*	*non disponible (non traité/non interprété)*

Tableau 2 : Listing des campagnes sismiques existantes et disponibles sur le plateau vendéen. A= Analogique ; N=numérique. La description de ces campagnes est consultable sur le site SISMER (http://www.ifremer.fr/sismer/FR/catal/campagne/campagne_FR.htm).

On notera l'hétérogénéité de la distribution des données géophysiques sur le secteur d'étude. Seule la zone Nord (estuaire de la Loire) a une densité et une qualité de données suffisantes pour établir une synthèse cartographique à des échelles de 1/50000 à 1/250000. Le secteur autour de l'ile d'Yeu se caractérise par l'absence de données. Si le secteur de Rochebonne comporte quelques données, leur densité et résolution sont insuffisantes pour cartographier précisément les structures tectoniques et les contours géologiques, au vu de la complexité géologique du plateau de Rochebonne. Cette faible densité de donnée explique le manque de précision des modèles numériques de terrain de la profondeur du substratum et des épaisseurs des sédiments meubles (excepté pour le secteur Loire) créés dans le cadre de cette étude.

Les profils sismiques (Illustration 14) imagent une centaine de mètres sous le fond marin. Une grande partie des données sismiques disponibles a été acquise ces dernières années. En format numérique, elle offre des images de bonne qualité. L'horizon sismique attribué au toit du substratum a été pointé[2] sur l'ensemble des profils sismiques via le logiciel d'interprétation sismique Seisvision® Geographix. Les valeurs de profondeur sont en milliseconde temps double (ms.t.d.).

[2] Pointé sismique : suivi et corrélation de profil à profil d'horizon sismique

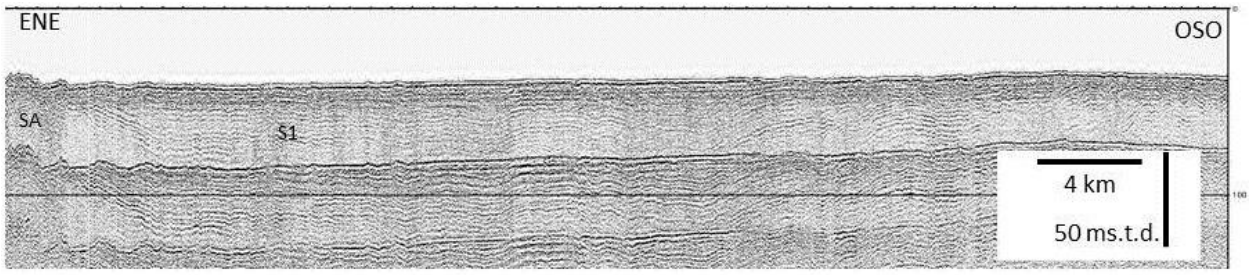


Illustration 14 : Exemple de profil sismique (vd05-28 ;campagne GEOVEND05 ; CNRS Geosciences Rennes 1 & BRGM). Axe vertical : ms.t.d. ; axe horizontal : n° tir. SA : Socle acoustique ; S1 : unité sismique attribuée à la formation tertiaire.

2.3.4 Produits cartographiques

Si les produits cartographiques disponibles recouvrent l'ensemble du domaine Mer de la zone d'étude, ces derniers fournissent des informations hétérogènes dues à la faible quantité de données et aux différentes descriptions géologiques, concepts scientifiques, années de publication et auteurs. Les Tableau 3 et Tableau 4 listent les cartes disponibles recensées. Les cartes sélectionnées pour élaborer les nouvelles synthèses cartographiques Terre-Mer du secteur d'étude ne sont pas les mêmes pour la nature des sédiments meubles (Illustration 15) et la géologie du substratum (Illustration 16).

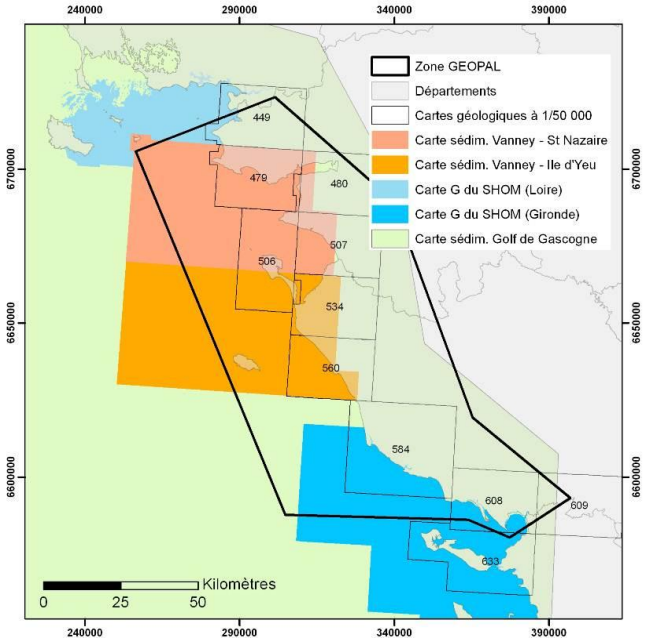


Illustration 15 : Couverture des produits cartographiques disponibles utilisés pour effectuer la synthèse cartographique de la nature des sédiments meubles.

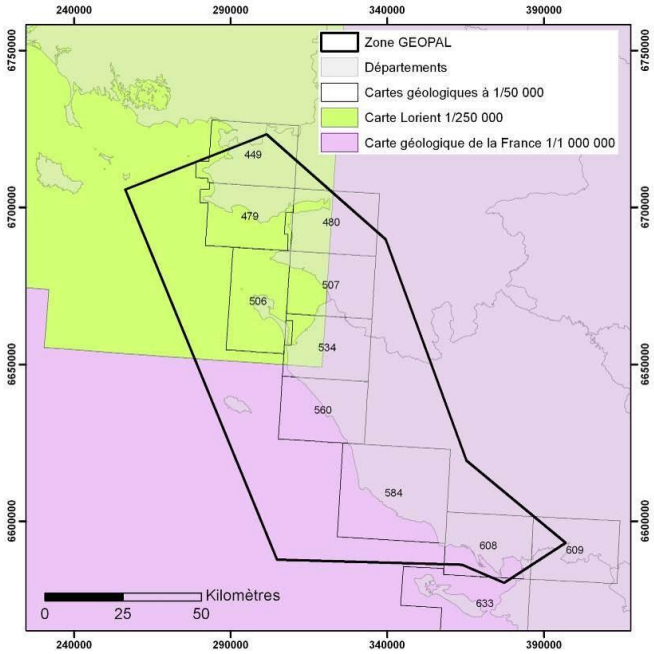


Illustration 16 : Couverture des produits cartographiques disponibles utilisés pour effectuer la synthèse cartograhique de la géologie du substratum.

Le choix d'utiliser une carte plutôt qu'une autre est basé sur l'année de parution, l'échelle de cartographie, la précision des descriptions lithologiques, la cohérence avec les sondages géologiques et les cartes voisines. Par exemple, pour la nature des fonds marins (Illustration 15), les cartes G du SHOM (2009) à l'échelle 1/50000 ont été privilégiées par rapport aux cartes plus anciennes et de plus grande échelle. Il s'agit déjà d'une synthèse et d'une harmonisation de cartes plus anciennes avec intégration de nouvelles données de prélèvements anté-2009. Les zones non couvertes par les cartes G ont été complétées par les cartes sédimentologiques à 1/100000 de Vanney (1968, 1971). Pour les zones non-cartographiées restantes, la carte sédimentologique à 1/500000 de Lesueur *et al.* (1986) a été utilisée. Il s'agit d'une synthèse cartographique à plus grande échelle qui reprend les cartes de Vanney (1968, 1971).

Certaines produits cartographiques listées (Tableau 3, Tableau 4) n'ont pas été utilisées du fait de leurs obsolescences, de la non pertinence des informations fournies pour échelle de restitution GEOPAL ou de la non-disponibilité des produits (car en cours de finalisation/validation ou en attente de publication).

2.3.5 Profondeur et épaisseur des formations

Les produits disponibles comprenant des informations sur la profondeur du substratum et les épaisseurs des sédiments meubles[3] sont aussi listés dans les Tableau 3 et Tableau 4.

Les modèles numériques maillés récents (Thinon *et al.*, 2008 ; Weber, 2004), ont été réutilisés pour la réalisation des MNTs des épaisseurs des sédiments (maille 100m) et de la profondeur du substratum du domaine Mer pour le secteur GEOPAL.

[3] Sédiments meubles : couverture sédimentaire superficielle non indurée qui repose sur le substratum anté-quaternaire.

Nom des cartes	Echelle	Auteurs	Information	Année	Zone	Format
Carte G (Nord & Sud)	1/50000	SHOM	Natures de Fond	2009	Loire / La Rochelle	Vecteur
Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France	1/100000	Vanney	Natures de Fond	1968, 1971	Saint-Nazaire, Yeu	Papier
Carte sédimentologique du golfe de Gascogne – partie septentrionale	1/500000	Lesueur *et al.*	Natures de Fond	1986	Golfe de Gascogne	Papier
Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne : cartes biosédimentaires	1/100000 1/500000	Chassé & Glémare REBENT	Natures de Fond	1976 2009	Golfe de Gascogne	Papier Vecteur
Carte des formations superficielles du synforme de Piriac	1/2500	Berné *et al.*	Natures de Fond	1987	Synforme de Piriac	Papier Vecteur
Carte biosédimentaire des fonds meubles des Pertuis Charentais	1/100000	Chassé REBENT	Natures de Fond	1974 2009	Pertuis Charentais	Papier Vecteur
Carte des épaisseurs de sédiments meubles		Menier	Epaisseur sédiments meubles	2004	Plateau Bretagne Sud	Publication
Carte des épaisseurs des sédiments meubles		Weber	Epaisseur sédiments meubles	2004	Gironde	Publication
MNT des épaisseurs de sédiments meubles	Maille 100m	Thinon *et al.*	Epaisseur sédiments meubles (maille 100m) élaborées à partir des données sismiques acquis entre 1999 et 2007 et des interprétations de Menier (2004)	2008	Plateau Bretagne Sud	Vecteur
Isopaques des nappes alluviales sur le secteur Loire		Projet Granulat marin	Epaisseur sédiments meubles	2001	Loire / Gironde	

Tableau 3 : Listing des cartes sédimentologiques et MNT des épaisseurs des sédiments meubles disponibles. Les lignes bleues représentent les données utilisées pour les synthèses cartographiques GEOPAL. Les cartes listées sont décrites en Annexe 2

Nom des cartes	Echelle	Auteurs	Information	Année	Zone	Format
Carte géologique de la France	1/1000000	Chantraine *et al.*	Géologie du substratum + accidents tectoniques	2003	France terre et mer	Vecteur
Carte Géologique de la France à 1/250000 de la marge continentale feuille Lorient	1/250000	Thinon *et al.*	Géologie du substratum	2008	Plateau Bretagne Sud	Vecteur
Carte géologique préliminaire de Rochebonne		Huerta *et al.*	Géologie du substratum	2010	Rochebonne	Publication
MNT de la profondeur du toit du substratum (Carte Géologique de la France à 1/250000 de la marge continentale feuille Lorient)	Maille 100m	Thinon *et al.*	profondeur du substratum (maille 100m) élaborées à partir des données sismiques acquis entre 1999 et 2007 et des interprétations de Menier (2004)	2008	Plateau Bretagne Sud	
MNT de la profondeur du toit du substratum		Weber	profondeur du substratum	2004	Gironde	Publication

Tableau 4 : Listing des cartes géologiques et MNTs de la profondeur du toit du substratum disponibles. Les lignes bleues représentent les données utilisées pour les synthèses cartographiques GEOPAL. Les cartes listées sont décrites en Annexe 2

3 Compilation, harmonisation et synthèse

Ce chapitre est axé sur la méthodologie employée pour la compilation, l'harmonisation et la synthèse des données sélectionnées en vue de l'élaboration des cartes de synthèse Terre-Mer harmonisée, de la carte d'épaisseur des sédiments meubles et de la carte de profondeur du toit du substratum. Il liste les problèmes rencontrés et les hypothèses émises pour l'élaboration des synthèses cartographiques. Il présente les incohérences et explique les limites d'usage des produits cartographiques établis dans le cadre de la présente étude.

3.1 CARTES GEOLOGIQUES HARMONISEES TERRE-MER

Les cartes harmonisées Terre-Mer du secteur d'étude, qu'elles soient ciblées sur le substratum ou sur les sédiments meubles, se basent principalement sur la synthèse des produits cartographiques existants à des échelles variables. Cette synthèse s'appuie sur des regroupements de caissons des cartes initiales. Le résultat de ce regroupement affecte par conséquence les descriptions, et également les contours des caissons aux limites des cartes initiales par la fusion des éléments regroupés. Il a donc pour résultat un produit cartographique simplifié par rapport aux cartes d'origine.

Les liens entre les domaines Terre et Mer et thèmes géologiques (substratum/sédiments meubles), et le cheminement emprunté pour réaliser un produit cartographique de synthèse, sont présentés sur l'Illustration 17, afin d'appréhender la méthodologie globale.

3.1.1 Compilation des produits cartographiques existants

Dans un premier temps, le travail a consisté à effectuer une compilation des données des domaines Terre, Mer et Estran. Au vu de l'échelle de restitution au 1/250000, il a été choisi de restreindre les niveaux d'information spécifiques aux domaines Terre et Mer uniquement. Les caissons localisés au niveau de l'Estran ont été répartis entre ces deux domaines sur l'appréciation de trois critères : géographique (par rapport au trait de côte), nature lithologique, topologique.

Le trait de côte utilisé pour les nouvelles synthèses cartographiques s'appuie sur la distinction des caissons cartographiques de la carte harmonisée CHARM attribués aux domaines émergé et immergé. De résolution moindre que le trait de côte HISTOLITT, il permet toutefois une meilleure cohérence cartographique avec les produits existants.

a) Domaine Terre

La géologie du domaine Terre de l'emprise d'étude est renseignée par les cartes géologiques harmonisées, d'emprise départementale, à l'échelle 1/50000 du programme CHARM. Ces cartes couvrent la Vendée (Illustration 5) et la Loire-Atlantique (Illustration 6). Sur les secteurs non couverts du Morbihan et de la Charentes-Maritimes, elles sont complétées par les cartes géologiques vectorielles de la France à 1/50000 (cf. Tableau 1).

Les deux jeux de données renseignent à la fois la nature des sédiments meubles ainsi que celle du substratum. Les informations géologiques, contenues dans la base de données associée à la carte (champs attributaires), apportent les descriptions lithologiques, stratigraphiques, litho-structurales, indispensables pour le travail de synthèse.

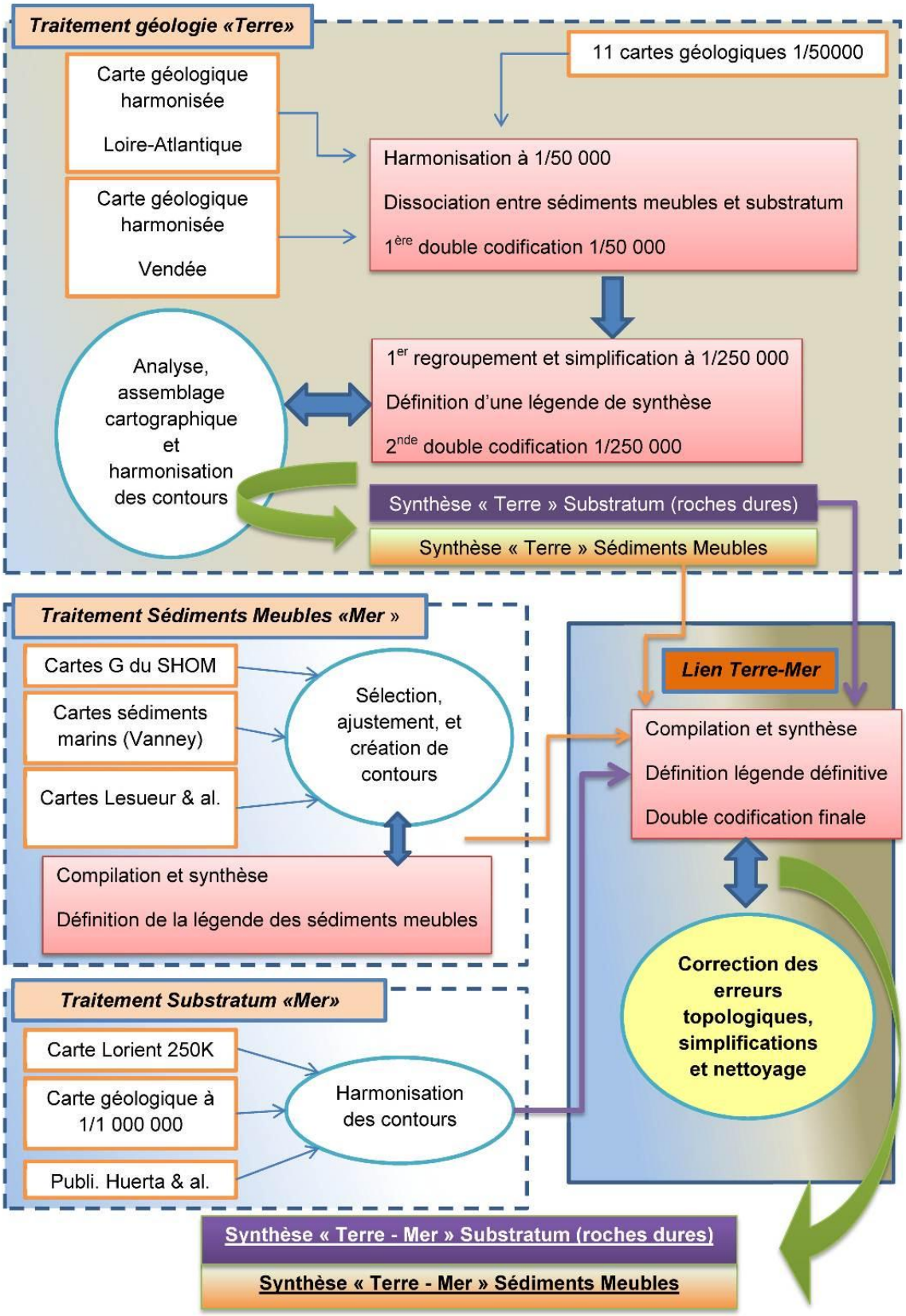


Illustration 17 : Méthodologie globale pour la réalisation de la carte géologique Terre-Mer du substratum et des sédiments meubles. Les cadres au contour orange présentent les données sources, les cadres rouge les actions réalisées sur les champs attributaires, et les ellipses aux contours bleus les actions sur les objets cartographiques.

Les limites d'emprises entre les cartes géologiques vectorisées et les cartes géologiques numériques harmonisées (Illustration 2) sont différentes :

- le contour des cartes géologiques numériques harmonisées, correspond à la limite administrative départementale issue du jeu de données de la BdCarto de l'Institut géographique National (IGN). Les cartes harmonisées ne comprennent pas d'information sur les domaines Estran et Mer.
- le contour des cartes géologiques vectorisées à 1/50000 est basé sur le carroyage des cartes topographiques à 1/50000 de l'IGN. Elles comprennent des informations sur l'Estran et pour certaines cartes, en domaine Mer.

b) Domaines Mer

Pour le domaine Mer (Illustration 17), les données principales utilisées sont des cartes géologiques publiées à différentes échelles (cf chapitre 2.3.4). Les données de sondages de la BGM/BSSmer (cf. chapitre 2.3.2) et les profils sismiques (cf. chapitre 2.3.3) ont été utilisés pour vérifier la pertinence de ces cartes lorsque des différences notables d'interprétations existent entre elles.

- *Géologie du substratum*

Les cartes géologiques compilées (Tableau 4) sont la carte géologique de la France à l'échelle 1/1000000 (Chantraine *et al.*, 2003), la carte géologique de la feuille Lorient à 1/250000 (Thinon *et al.*, 2008) et la carte publiée par (Huerta *et al.*, 2010) qui propose une révision de la carte géologique de la France à l'échelle du million, sur la base d'interprétations sismiques.

Dans la moitié nord de la zone d'étude, la carte géologique à 1/250000 feuille Lorient (Thinon *et al.*, 2008) constituant une synthèse récente de l'ensemble des données existantes, a été utilisée comme référence et considérée comme prioritaire sur les autres données.

Dans la moitié sud de la zone d'étude, l'existence différences notables entre la carte géologique de la France à l'échelle 1/1000000 (Chantraine *et al.*, 2003) et la carte de Huerta *et al.* (2010) (Illustration 18) a nécessité de choisir entre ces deux interprétations.

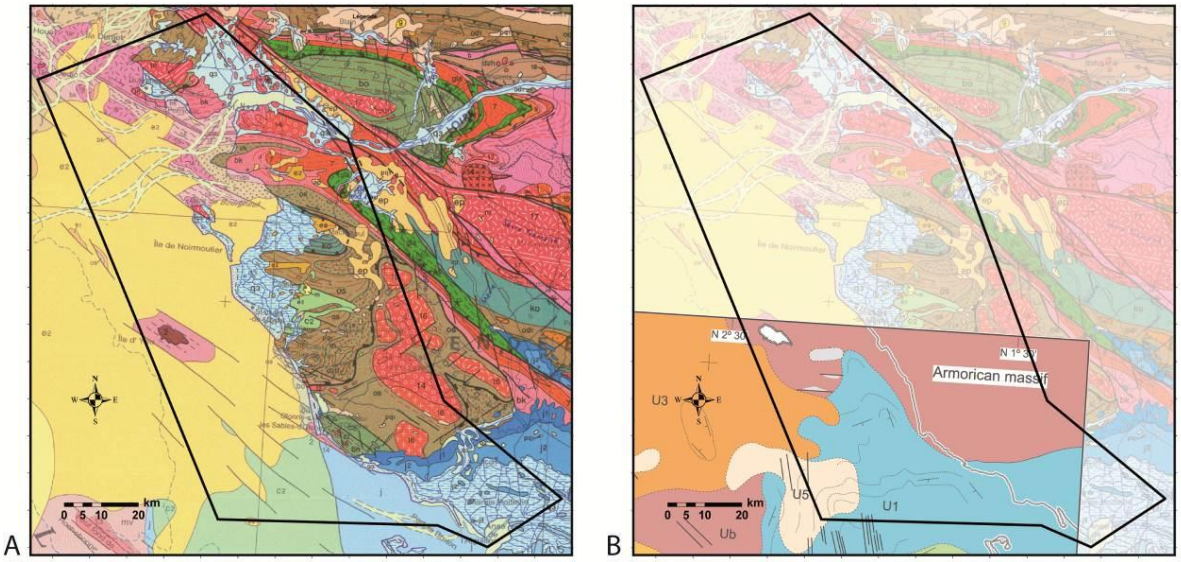


Illustration 18 : Comparaison entre (A) la carte géologique de la France à l'échelle du millionième (Chantraine et al., 2003) et (B) la carte géologique de Huerta et al. (2010).

Les points d'incohérence de la carte de Huerta *et al.* (2010) par rapport à la carte géologique à 1/1000000 sur la zone d'étude sont :

1) l'absence de formation d'âge Crétacé dans le Sud. Les formations mésozoïques représentées sont uniquement d'âge Jurassique ;
2) la présence de formations d'âge Jurassique jusqu'à la latitude de l'île d'Yeu ;
3) l'absence de dépôts tertiaires et la présence de socle paléozoïque sub-affleurant, entre l'île d'Yeu et la côte.

Dans le cas (1), en l'absence de données de sondages pertinentes, les lignes sismiques GEOVEND05 ont permis de vérifier la présence des formations jurassiques de part et d'autre du contact N-S comme indiquée sur la carte de France à l'échelle du million. Néanmoins, l'absence totale de Crétacé sur la zone d'étude n'a pu être validée. La présence de Jurassique jusqu'à la latitude de l'île d'Yeu n'est pas supportée par l'observation des données sismiques. De plus, des sondages attestent de la présence de dépôts tertiaires (cf. descriptions sondages sur http://www.infoterre.fr). Il est probable que les séries identifiées comme jurassiques dans la carte de Huerta *et al.* (2010) soient en fait d'âge tertiaire.

Ainsi, les informations fournies par ces mêmes sondages ne s'accordent pas avec la présence de socle paléozoïque sub-affleurant entre l'île d'Yeu et la côte. L'examen des données sismiques montre un substratum au faciès sismique particulier (SA, Illustration 14), pouvant être caractéristique d'un socle magmatique mais aussi de substratum induré comme les plateaux calcaires tertiaire observés sur le plateau continental sud-breton (Thinon *et al.*, 2008).

Par conséquent, Il a été décidé, dans le cadre de cette étude, d'utiliser les contours de la carte géologique de France à l'échelle du million (Chantraine *et al.*, 2003), avec :

1) un substratum mésozoïque indifférencié sur l'ensemble de la partie sud indiquant la présence de formation géologique d'âge Jurassique de part et d'autre de l'accident N-S, sans néanmoins exclure la présence de formations d'âge Crétacé ;
2) une extension préservée des formations géologiques d'âge Tertiaires vers le Sud et autour de l'île d'Yeu, et une restriction du socle paléozoïque sub-affleurant aux abords de l'île d'Yeu.

Les choix cartographiques effectués dans le cadre de la présente étude se basent essentiellement sur les données et produits existants. Eliminer les points d'incertitude (différenciation du mésozoïque, amélioration du schéma structural,…) et préciser la cartographie nécessitent obligatoirement des acquisitions de données complémentaires.

- *Nature des formations meubles (carte « nature du fond marin »)*

Les éléments cartographiques sélectionnés (Tableau 3), pour intégrer la synthèse cartographique de la nature des sédiments meubles, sont les cartes G du SHOM (région Loire et La Rochelle), les cartes de Vanney (1968 et 1971) et la carte de Lesueur et Klingebiel (1986) (cf. Annexe 2). Les sédiments meubles en domaine Mer provenant des cartes géologiques à 1/50000 de la France n'ont pas été sélectionnés. En effet, outre l'hétérogénéité de l'information, la plupart des éléments cartographiques des cartes géologiques à 1/50000 de la France ont pour source les cartes de Vanney (1968 et 1971) et/ou de Lesueur et Klingebiel (1986).

Les cartes numériques constituées de vecteurs comme les cartes G (SHOM , 2009) sont intégrées directement sous SIG, chaque polygone y est renseigné (cf. notice Garlan (2009)).

Les cartes papiers (Vanney, 1968, Vanney, 1971, Lesueur et Klingebiel, 1986) ont été scannées et géo-référencées dans leur système de projection d'origine. On notera que le géo-référencement de la carte de Lesueur et Klingebiel (1986) a dû être reprécisé par rapport au trait de côte HISTOLITT (© IGN-SHOM). L'imprécision du géo-référencement de cette carte est négligeable à l'échelle du 1/500000. Chacune des surfaces sédimentaires, caractérisée par une lithologie, a été numérisée et identifiée par un code de caisson, une description simplifiée et une description détaillée. Les fichiers SIG au format vectoriel (Shape d'ArcGis) contiennent donc les informations origines caractérisant les surfaces sédimentaires, comme la référence des cartes sources.

Les cartes sédimentologiques au 1/100000 de Vanney (1968, 1971) et celle à 1/500000 de Lesueur et Klingebiel (1986) ont été utilisées pour compléter les zones d'étude non recouvertes par les cartes G du SHOM faute d'autres données cartographiques plus récentes. Même si les cartes de Vanney ont montré leur pertinence au cours des travaux que nous avons effectués pour la synthèse cartographique de la zone de Lorient (1/250000), il faut prendre les contours géologiques des cartes « feuille Yeu » et « feuille Saint-Nazaire » avec prudence, car ils ne sont pas validés par des données bathymétriques haute résolution, des données d'imageries acoustiques et par une densité de sondages conséquente. Pour exemple, la comparaison entre les contours des roches affleurantes de Vanney et les reliefs bathymétriques montre que certains contours rocheux sont imprécis, voire incorrects. Cette précaution d'usage est aussi valable pour les contours et descriptions provenant de la carte de Lesueur et Klingebiel (1986).

3.1.2 Harmonisation et synthèse des produits cartographiques

Dans un second temps, le travail a consisté à harmoniser les caissons des cartes géologiques utilisées. Les caissons sont définis par des champs attributaires comme le code du caisson, la notation de la formation, la description litho-stratigraphique et l'unité litho-structurale des entités du socle paléozoïque pour les formations du substratum.

L'harmonisation s'est déroulée en deux phases (Illustration 17) :

i) Mise en correspondance des caissons des différentes cartes (regroupement de caissons) sur le domaine Terre puis sur le domaine Mer;

ii) Regroupement des caissons du domaine Terre et du domaine Mer pour la réalisation d'une carte restituée à 1/250000.

a) Domaine Terre

Pour le domaine Terre *sensus stricto*, l'harmonisation des formations a été réalisée sur la base de 13 cartes (Tableau 1), dont principalement des cartes départementales harmonisées CHARM à l'échelle 1/50000.

Sur la zone d'étude, 128 formations géologiques distinctes ont été identifiées provenant de la carte harmonisée de la Loire-Atlantique, 172 de la carte de la Vendée.

A cette harmonisation, il a été choisi d'ajouter les éléments cartographiques du domaine Estran (cf. chapitre 2.2.2) comme les falaises rocheuses, les dunes éoliennes, … (cf. Annexe 3), mais aussi du domaine Mer, comme les ilots émergés. Au total, 242 formations géologiques ont été numérisées, intégrés puis harmonisées à celles du domaine Terre.

A ce stade, le domaine Terre comporte un total de 542 caissons différents à dissocier entre substratum et sédiments meubles. Les formations indurées (substratum) ont été distinguées des formations meubles par un critère d'ordre stratigraphique. Les caissons attribués à l'ère

Quaternaire sont supposés correspondre aux sédiments meubles et les caissons d'âge post-Quaternaire au substratum.

b) Domaine Mer

Pour le domaine Mer, l'harmonisation des formations a été réalisée sur la base de 3 types de cartes pour le substratum (Illustration 16) et de 5 cartes principales pour les sédiments meubles (Illustration 15). A cette harmonisation, il a été choisi d'ajouter les éléments cartographiques du domaine Estran (cf. chapitre 2.2.2) comme par exemple les plages de sables immergés, soumises à la houle, … (cf. Annexe 3). Il a été choisi d'enlever du domaine Mer les ilots émergés.

Chacune des cartes sélectionnées ayant sa propre description lithologique, pour effectuer une harmonisation, il a fallu appliquer un descriptif de la lithologie commune. Afin de prendre en compte le plus d'information sans dénaturer, une simplification des descriptions a été nécessaire.

Pour le substratum, les descriptions lithologiques du domaine Mer ont été harmonisées entre elles et corrélées aux descriptions lithologiques du domaine Terre (Annexe 5).

Pour les formations meubles, l'harmonisation s'est effectuée principalement par une simplification des classes lithologiques des sédiments meubles (Annexe 6). Contrairement aux zones de roche sub-affleurante (substratum non recouvert de formation meuble) qui sont désignées par un terme commun « Roche » sur l'ensemble des cartes sélectionnées, les classes lithologiques des sédiments meubles sont différentes selon les cartes utilisées (Tableau 6). Ces dernières varient en fonction du diagramme utilisé (diagramme de Folk, Flint, etc…) et du mode de représentation cartographique (surimposition de polygones).

L'harmonisation des descriptions lithologiques a été effectuée à partir d'une classification simplifiée basée sur celles des cartes G (SHOM, 2009). Parmi les 25 classes lithologiques des cartes G, le secteur d'étude n'en comprend que 11 (Tableau 5). Les correspondances entre descriptions lithologiques des cartes origines sont présentées Tableau 6. Les classes lithologiques choisies pour la carte de synthèse de nature du fond du secteur d'étude permettent de prendre en compte les descriptions lithologiques des cartes origines.

Roches : sédiments meubles inexistants ou en très faible épaisseur
Cailloutis (> 50%) : Sédiments contenant de 50 à 100% de particules supérieures à 20 millimètres
Graviers (> 50%) : Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 20 et 2 millimètres
Graviers sableux : sédiments contenant des sables et de 15% à 50% de graviers
Sables moyens et grossiers (> 50%) : Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 2 et 0,5 millimètres
Sables vaseux (5-20% de vases) : Sables contenant entre 5 et 20% de particules inférieures à 0,05 millimètres
Sables fins (> 50%) : Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 0,5 et 0,05 millimètres
Sables fins vaseux (5-20% de vases) : Sables fins contenant entre 5 et 20% de particules inférieures à 0,05 millimètres
Vases (> 20%) : Sédiments contenant de 20 à 100% de particules inférieures à 0,05 millimètre

Tableau 5 : Classes lithologiques de la synthèse cartographique « Nature du fond marin » sur le secteur d'étude (cf. Tableau 6).

Projet GEOPAL cartographie terre-mer			Cartes G (Shom, 2009)		Cartes de Vanney (1968 et 1971)		Carte de Lesueur et al. (1986)	
CODE	**LEGENDE**	**Definition**	**CODE**	**Définition**	**CODE**	**Définition** Pélites de 1 à 5 % et Cailloutis de 1 à 5 % non pris en compte	**CODE**	**Définition** Teneur en calcaire; nature litho ou bioclastique non distinguées
2900	Roche	Roche sub-affleurante	NFRoche	Roche		Roche		Rocher
2012	Cailloutis (> 50%)	Cailloutis 50 à 100%	NFC	Cailloutis, Cailloutis purs 50 - 100%		Cailloutis < 80% Cailloutis de 50 à 80 %	C	Cailloutis (L < 5%; Galet + Coquilles > 50%)
n'existe pas sur le secteur d'étude			NFCG	Cailloutis et graviers Graviers (15 à 50%)		Cailloutis de 20 à 50 % Cailloutis de 5 à 20 %		
2010	Graviers (> 50 %)	Graviers 50 à 100%	NFG	Graviers, Graviers purs 50 à 100%	S1	Graviers > 60%	G	Graviers (L < 5% ; Galet + Coquilles < 50%)
2009	Graviers sableux	Sables + Graviers	NFGS	Graviers et sables, Graviers et sables envasés	S2-3	Graviers sableux 20 - 60 % de Graviers	Sa	Sables graveleux 15 % < diametre supérieur à 2mm > 50 % Galet + Coquilles > 15 % L < 5% ; S + L > 50%
			NFSG	Sables et graviers, Sables et graviers envasés			Sb	Sables 15 % < diamètre supérieur à 2mm > 50 % Galet + Coquilles > 15 % L < 5% ; S + L > 50%
2006	Sables moyens et grossiers (> 50%)	Sables moyen et grossier 50 à 100%	NFS	Sables, Sables purs 50 à 100%	S4	Sables moyens et grossiers (50 à 100%) 0-20% Gravier > 30% de sable grossier	Sc	Sables grossiers (fraction dominante > 0.5 mm) fraction supérieure à 2mm < 15 % L < 5% ; S + L > 50%
2005	Sables fins (> 50%)	Sables fins 50 à 100%	NFSF	Sables fins 50 à 100%	S5	Sables fins 0 - 20% de Graviers < 30% de sable grossier	Sd	Sables (0.2 < fraction dominante < 0.5 mm) fraction supérieure à 2mm < 15 % L < 5% ; S + L > 50%
							Se	Sables (0.05 < fraction dominante < 0.2 mm) fraction supérieure à 2mm < 15 % L < 5% ; S + L > 50%
2001	Vases (> 20%)	Vases 20 à 100%	NFV	Vases 20 à 100%		Pélites < 80% Pélites de 50 à 80% Pélites de 20 à 50 %	Vc	Sédiments vaseux avec Lutites (L) > 75 %
n'existe pas sur le secteur d'étude			NFVS	Vases sableuses		Sables (S4) + Pélites de 20 à 50 %	Vb	Sédiments vaseux avec 25 < Lutites > 75 %
2004	Sables vaseux 5-20% de vases	Sables vaseux Sables avec 5 à 20% de vases	NFSV	Sables vaseux Vases (5 et 20%)		Sables (S4) + Pélites de 5 à 20 %	Va	Sédiments vaseux avec Lutites < 25 %
2003	Sables fins vaseux 5 - 20% de vases	Sables fins vaseux Sables fins avec 5 à 20% de vases	NFSFV	Sables fins vaseux Vases (5 et 20%)		Sables fins (S5) + Pélites de 5 à 20 %		

Tableau 6 : Classifications des sédiments meubles de cette présente étude et des cartes existantes. Teneur en % du sédiment total. Les diamètres Ø de chaque élément sont : Ø (cailloutis) > 20mm ; 2mm < Ø (graviers) < 20 mm ; 0.5mm < Ø (sables) < 2mm ; 0.05mm < Ø (sables fins) < 0.5mm ; Ø (vases) < 0.05 mm. La définition des légendes est présentée Tableau 5.

3.1.3 Synthèse cartographique harmonisée Terre-Mer

La compilation et l'harmonisation des produits cartographiques du domaine Terre et du domaine Mer ont abouti à deux synthèses cartographiques harmonisées Terre-Mer à 1/250000, celle du substratum associée à une carte litho-structurale du socle paléozoïque (présentée chapitre 4.2) et celle de la nature des sédiments meubles (présentée chapitre 4.3).

a) Synthèse des entités du substratum Terre-Mer et carte litho-structurale du socle paléozoïque

Les formations indurées (substratum) se décline en deux grands ensembles : (i) une couverture sédimentaire attribuée au Tertiaire et au Secondaire, (ii) un socle paléozoïque et protérozoïque.

A partir de cette distinction, une nouvelle classification des entités géologiques a été élaborée sur la base de regroupement d'entités équivalentes. Cette classification se base sur le codage des tables initiales, lui-même conditionné par une organisation stratigraphique (âge des formations géologiques). Il en résulte une sélection de 372 caissons distincts pour le substratum.

Afin d'obtenir une synthèse cartographique du substratum Terre-Mer cohérente à l'échelle de restitution 1/250000, l'ensemble des entités appartenant au substratum a été harmonisé et simplifié par regroupement. Au final, il reste 133 classes pour le substratum (cf. Annexe 3 ; Annexe 5). Une nouvelle légende a été construite sur la base de ces regroupements.

A la carte géologique harmonisée Terre-Mer du substratum a été associée une carte litho-structurale du socle paléozoïque (présentée chapitre 4.2). Cette dernière permet d'organiser la légende, de comprendre l'organisation spatiale et facilite la lecture géologique des grands ensembles. La carte litho-structurale du socle paléozoïque a été créée en associant aux structures linéaires la cartographie des unités litho-stratigraphiques. En effet, sur l'emprise étudiée, les cartes origines à 1/50000 du socle du domaine varisque sud-armoricain montrent une géologie variée et complexe, difficile à lire. Afin d'améliorer la lecture de la nouvelle carte harmonisée Terre-Mer du substratum à l'échelle 1/250000, il a été choisi de regrouper les multiples caissons de cette carte (chaque unité litho-stratigraphique correspond à un caisson) en 15 caissons seulement, organisés chronologiquement (Annexe 4).

b) Synthèse des sédiments meubles Terre-Mer

Les formations meubles regroupent les âges stratigraphiques Quaternaire, Holocène et Pléistocène (Biber, Donau, Günz, Mindel, Riss, Würm, Gélasien … ; d'après l'International Union for Geological Sciences, 2009). Ces dépôts récents sont soit de type marin, fluvio-marin, fluviatile et continental (colluvions, limons éoliens …) et se caractérisent par leur nature meuble, non consolidée. Il en résulte une sélection de 135 caissons distincts pour les sédiments meubles pour les domaines Terre et Mer.

Afin d'obtenir une synthèse cartographique Terre-Mer cohérente à l'échelle de restitution 1/250000 (cf.), l'ensemble des entités a été harmonisé et simplifié par regroupement. Au final, il reste 16 classes de sédiments meubles (Annexe 6). Une nouvelle légende a été construite sur la base de ces regroupements.

3.2 CARTE MORPHOLOGIQUE TERRE-MER

Cette carte a été initialement produite dans cette étude pour servir de donnée de base pour la carte de morphologie du toit du substratum. Elle est mise en forme et à disposition comme produits supplémentaire car elle offre une vision de la morphologie Terre-Mer et permet une comparaison avec la carte de la morphologie du toit du substratum induré (chapitres 4.1 et 4.5).

La carte de la morphologie Terre-Mer a été produite en juxtaposant les cartes des morphologies terrestre et marine en préservant leurs apparences propres. Le trait de côte HISTOLITT (© IGN-SHOM) a été ajouté pour bien délimiter les domaines terrestres et marins. Il est important de rappeler que s'il utilise les données hydrographiques du SHOM (© SHOM, 2011), le modèle numérique maillé de la morphologie des fonds marins n'est pas une carte de navigation. A ce titre : **Avertissement : « Les produits dérivés maritimes proposés issus des fichiers des cartes marines du SHOM ne sont pas utilisables pour la navigation maritime. Ils ne remplacent pas les produits officiels d'un service hydrographique. Ces produits dérivés n'ont pas fait l'objet de vérification de la part du SHOM. »**

3.2.1 Domaine Terre

La carte de la morphologie terrestre (Illustration 19) a été produite à partir du modèle numérique de terrain IGN25 (résolution 25 m). Le modèle numérique a été découpé en utilisant le trait de côte HISTOLITT et le polygone de la zone d'étude. Pour obtenir une image lisible, un dégradé de couleur adéquat a été appliqué, mettant en évidence la morphologie régionale. Un ombrage standard du relief (éclairage depuis le NO) a été calculé et affiché en surimpression sur l'image du modèle numérique maillé de la topographie.

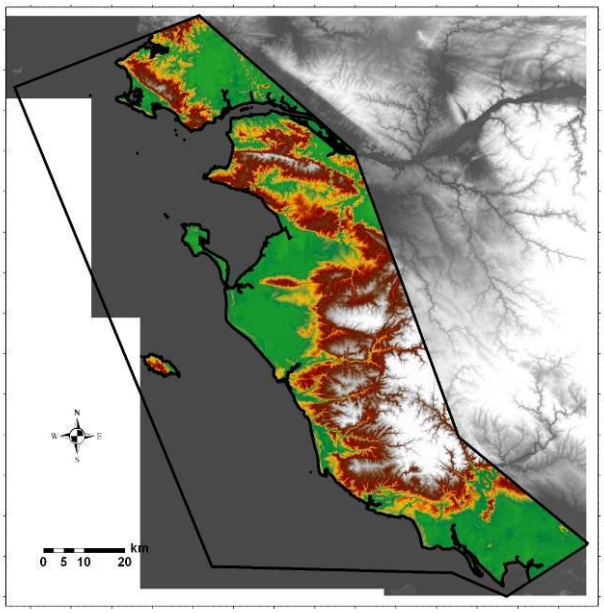


Illustration 19 : Portion du MNT IGN (résolution 25 mètres - © IGN) utilisée dans la présente étude (en couleur). Le MNT origine (en grisé) a été découpé par le trait de côte (© IGN-SHOM) et la zone d'étude.

3.2.2 Domaine Mer

La carte de la morphologie du fond marin a été produite à partir des sondes hydrographiques du SHOM (dalles 14561, 14562, et 14572 - © SHOM, 2011) et des sondes numérisées d'après les cartes marines du SHOM (cf. chapitre 2.3.1). L'ensemble des données a été mis sous la forme d'un fichier unique de points (Illustration 20) avec des coordonnées (x,y,z), où z

représente la « profondeur » du fond marin en mètres, avec des valeurs négatives sous le niveau marin. Un nettoyage de ce fichier a été effectué pour enlever les valeurs correspondant à des épaves référencées sur les cartes marines du SHOM.

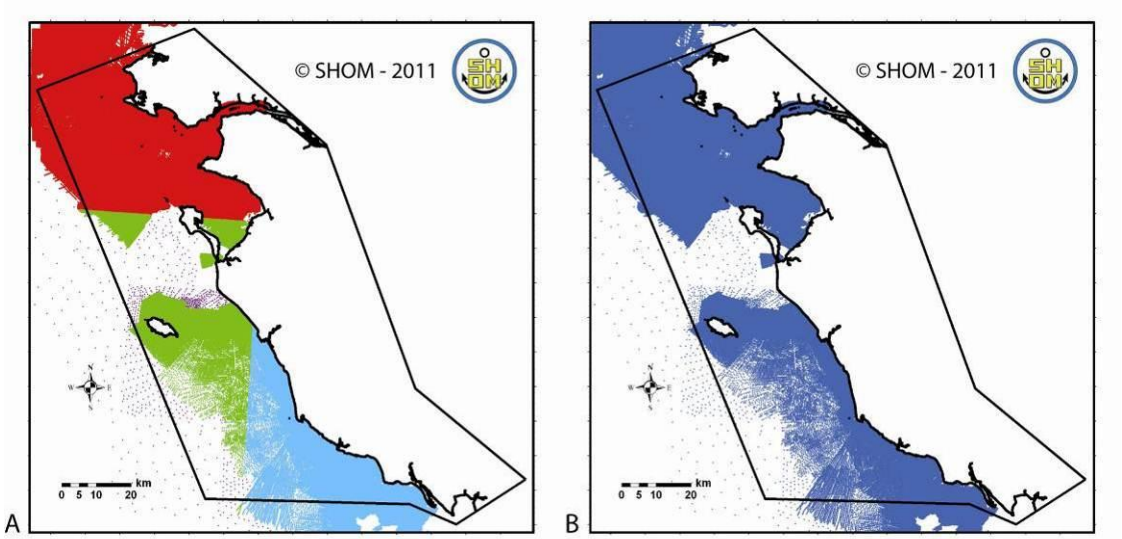


Illustration 20 : Cartes des données bathymétriques montrant (A) les différentes sources :sondes hydrographiques du SHOM (© SHOM – 2011) des dalles 14561 (bleu), 14562 (vert), et 14572 (rouge), et des cartes marines (violet) ; (B) répartition des sondes regroupées en un seul fichier de points.

Un modèle numérique maillé (résolution 100 m) a été produit à partir de ces points, en utilisant la méthode de pondération par l'inverse de la distance. Le modèle numérique obtenu a ensuite été découpé en utilisant le trait de côte HISTOLITT (© IGN-SHOM) et le polygone de la zone d'étude. Pour obtenir une image lisible, un dégradé de couleurs adéquates a été appliqué, mettant en évidence la morphologie du fond marin. Un ombrage standard du relief (éclairage depuis le NO) a été calculé et affiché en surimpression sur l'image du modèle numérique maillé.

La carte de la morphologie Terre-Mer du secteur d'étude est présentée Illustration 30 (Chapitre 4.1).

3.3 CARTE D'EPAISSEUR (ISOPAQUES) DES FORMATIONS MEUBLES

Les données initiales utilisées pour constituer la carte d'épaisseur des formations meubles Terre-Mer (Illustration 28, chapitre 4.4) sont de types variés :

- Valeurs ponctuelles d'épaisseur issues des sondages de la BSS ;
- Valeurs ponctuelles d'épaisseur issues des interprétations sismiques ;
- Courbes d'isopaques issues de cartes publiées ;
- Modèle numérique maillé d'épaisseur issu des travaux effectués sur la feuille Lorient à 1/250000 (Thinon *et al.*, 2008).

Pour permettre une gestion plus simple de ces données et faciliter la procédure de production d'un modèle maillé final, les données initiales non ponctuelles ont dû être converties en points.

3.3.1 Interprétation sismique spécifique

Une partie des lignes sismiques disponibles, localisées sur la moitié sud de la zone d'étude (MOBIDYC2, GEOVEND05 et GEOVEND06), ont été spécifiquement interprétées pour traiter de l'aspect « épaisseur des formations meubles ». Ainsi, deux horizons sismiques ont été pointés pour les besoins de cette étude avec le logiciel Seisvision® Landmark Geographix : le fond marin (Fm) et le toit du substratum (Ts).

Une fois l'interprétation sismique réalisée, une extraction a été effectuée, permettant d'obtenir, pour chaque point de tir sismique, la valeur d'espacement entre l'horizon « fond marin » et « toit du substratum ». Cette valeur, en secondes-temps-double (s.t.d.), a ensuite été convertie en épaisseur (en mètres) en utilisant une vitesse de 1700 $m.s^{-1}$ (vitesse moyenne admise pour les sédiments superficiels en mer).

Ainsi, pour chaque point tir, la valeur d'épaisseur en mètres (Esm) a été obtenue de la façon suivante :

$$(TS_{(std)} - Fm_{(std)} \times 1700) / 2 = Esm_{(m)}$$

Le résultat obtenu est un ensemble de points géo-référencés positionnés sur les profils sismique et ayant pour attribut, la valeur d'épaisseur de formations meubles exprimée en mètres.

3.3.2 Méthodologie générale

Les données ponctuelles d'épaisseur (en mètres) de sédiments meubles des sondages de la BSS ont été utilisées pour la production de la carte (en rouge sur l'Illustration 21A).

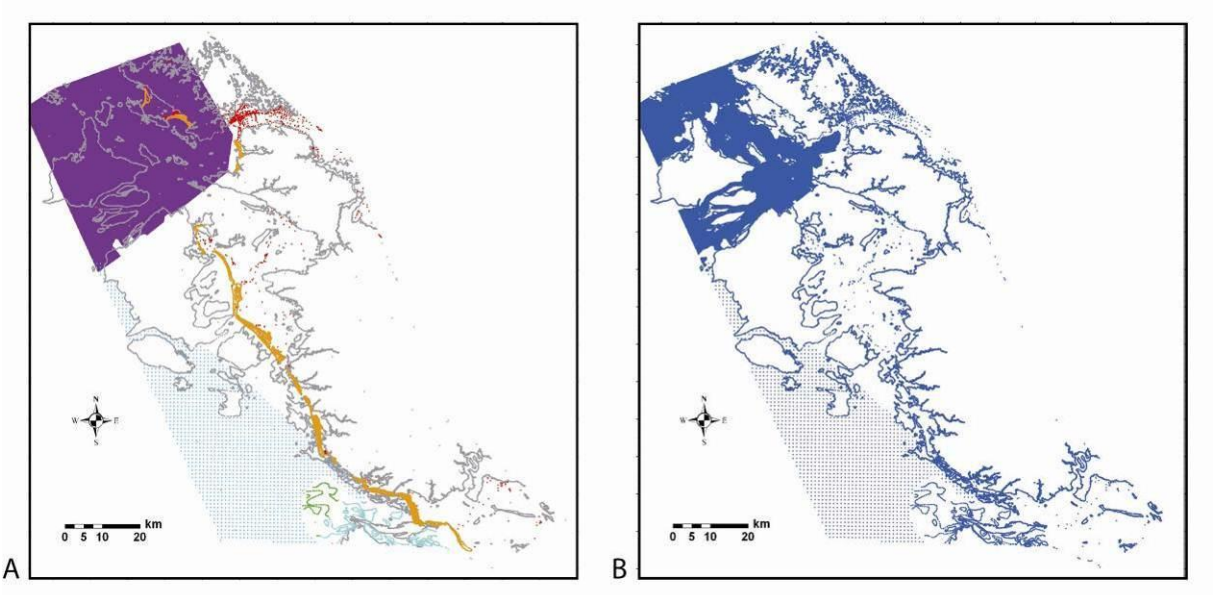


Illustration 21 : Cartes de répartition des données d'épaisseur des sédiments (A) avant et (B) après regroupement en un seul fichier de points (Cf. texte pour la légende des cartes).

Les données ponctuelles issues des interprétations de la sismique marine de la moitié sud de la zone d'étude, initialement exprimées en s.t.d., puis converties en mètres (cf.3.4) ont été utilisées pour générer un modèle numérique maillé de l'épaisseur (résolution 500 m) sur la zone couverte par la sismique GEOVEND05. Ce modèle a ensuite été converti en données ponctuelles conservant l'information d'épaisseur (en bleu sur l'Illustration 21A).

Le modèle numérique maillé d'épaisseur des formations meubles en mer (en mètres), obtenu par l'interprétation de lignes sismiques et produit pour la carte au 1/250000-feuille Lorient (Thinon *et al.*, 2008), a été converti d'un format raster à un fichier de formes de type points sous SIG (en violet sur l'Illustration 21A).

Pour permettre une meilleure interpolation sur la zone d'étude, les polygones de contour des zones de roches ou substratum affleurant (Terre et Mer, en gris sur l'Illustration 21A) ont été convertis en points avec une valeur d'épaisseur nulle.

Les isopaques des cartes de (Chaumillon *et al.*, 2008)), de Augris *et al.* (2006), et les isopaques des dunes littorales ont été numérisées sous forme de polylignes puis converties en points en conservant l'information d'épaisseur (respectivement en bleu clair, vert et orange sur l'Illustration 21A).

L'ensemble des points (x, y, épaisseur) ont ensuite été regroupés sous SIG et interpolés par la méthode des voisins naturels (résolution 200 m) pour produire le modèle numérique maillé de l'épaisseur (en bleu sur l'Illustration 21B).

Pour obtenir une image lisible des variations d'épaisseur des formations meubles, un dégradé de couleur monochromatique a été appliqué au modèle numérique maillé et les polygones d'épaisseur nulle à négligeable (zones de roches ou substratum affleurant) ont été superposés.

Enfin, les zones où les données n'offraient pas une densité suffisante ou lorsque les résultats étaient incohérents et non vérifiables, ont été délimitées et représentées en surcharge (hachures grisées).

3.4 CARTE DE PROFONDEUR DU SUBSTRATUM INDURE

La carte de profondeur du substratum (Illustration 30, chapitre 4.5) est dérivée des cartes de la morphologie Terre-Mer (Mt-m) et de l'épaisseur des sédiments meubles (Esm), présentée précédemment.

Pour constituer la carte de morphologie du toit du substratum induré (Msi), le principe est de soustraire la seconde à la première :

$$(M_{si}) - (E_{sm}) = (M_{t\text{-}m})$$

Pour ce faire, la soustraction a été réalisée sous SIG en utilisant les fonctions de calculatrice raster. Le modèle numérique de la morphologie du toit du substratum a ainsi été obtenu (résolution de 200 m).

Pour obtenir une image lisible des variations de morphologie du toit du substratum induré, un dégradé de couleur adapté a été appliqué au modèle numérique maillé. Un ombrage standard du relief (éclairage depuis le NO) a été calculé et affiché en surimpression sur l'image du modèle numérique maillé.

Enfin, les zones d'incertitudes délimitées dans le cadre de la carte d'épaisseurs représentées ont été reprises et affichées en surcharge (hachures grisées).

4 Les synthèses cartographiques délivrées

Ce chapitre présente les synthèses cartographiques créées dans le cadre de cette étude et consultable sur le portail internet GEOPAL des Pays-de-la-Loire.

Chaque produit cartographique est associé à une fiche signalétique, résumant le descriptif de la carte, les sources des données et les précautions d'usage. Le verso de cette fiche signalétique est dédié à la description et aux objectifs de la carte et le recto aux sources des données utilisées pour l'élaboration de la synthèse cartographique.

4.1 CARTE DE LA MORPHOLOGIE TERRE-MER

La carte de la morphologie Terre-Mer du secteur d'étude est présentée Illustration 22, accompagnée de sa fiche signalétique (Illustration 23).

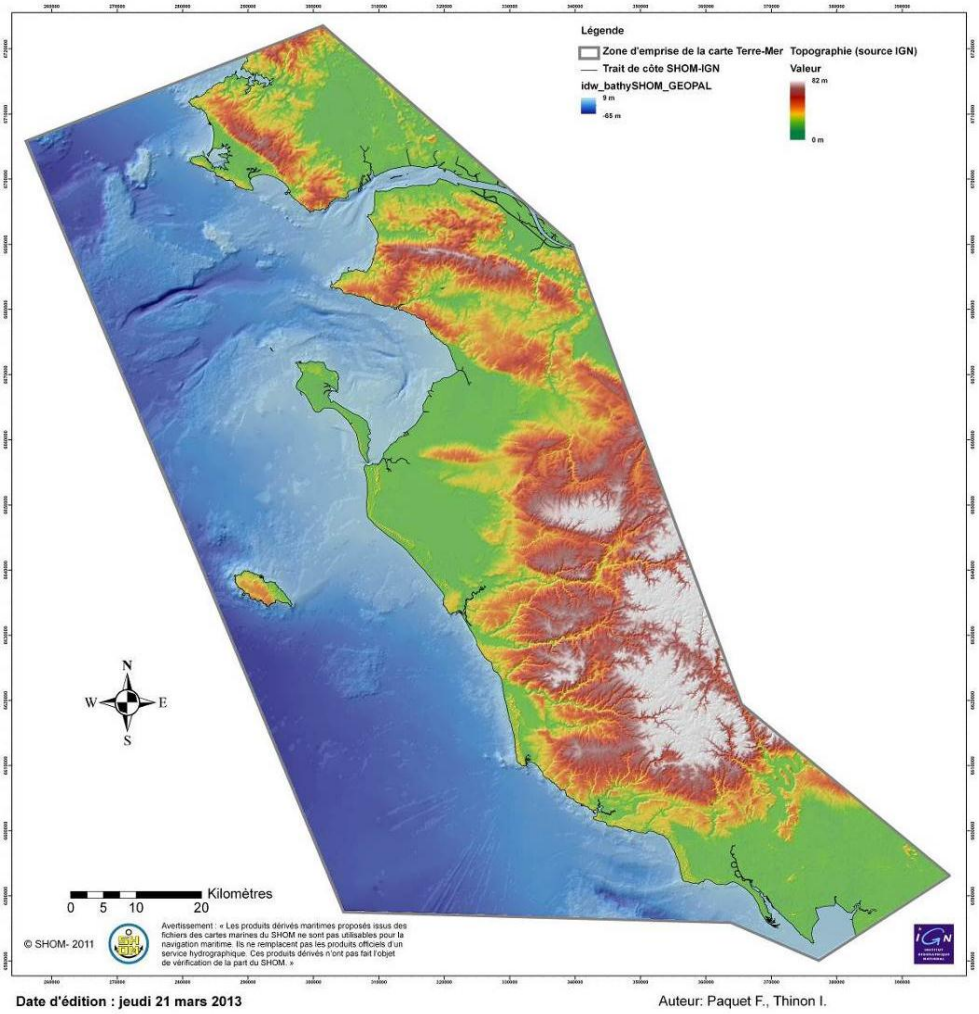
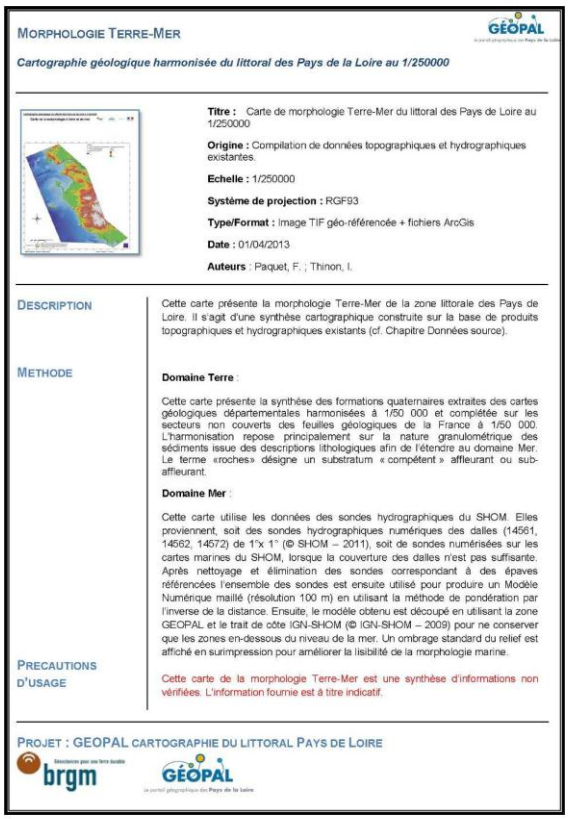


Illustration 22 : Carte de la morphologie Terre-Mer du secteur d'étude.



MORPHOLOGIE TERRE-MER

Cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays de la Loire au 1/250000

Titre : Carte de morphologie Terre-Mer du littoral des Pays de Loire au 1/250000

Origine : Compilation de données topographiques et hydrographiques existantes.

Echelle : 1/250000

Système de projection : RGF93

Type/Format : Image TIF géo-référencée + fichiers ArcGis

Date : 01/04/2013

Auteurs : Paquet, F. ; Thinon, I.

DESCRIPTION

Cette carte présente la morphologie Terre-Mer de la zone littorale des Pays de Loire. Il s'agit d'une synthèse cartographique construite sur la base de produits topographiques et hydrographiques existants (cf. Chapitre Données source).

METHODE

Domaine Terre :

Cette carte présente la synthèse des formations quaternaires extraites des cartes géologiques départementales harmonisées à 1/50 000 et complétée sur les secteurs non couverts des feuilles géologiques de la France à 1/50 000. L'harmonisation repose principalement sur la nature granulométrique des sédiments issue des descriptions lithologiques afin de l'étendre au domaine Mer. Le terme «roches» désigne un substratum « compétent » affleurant ou sub-affleurant.

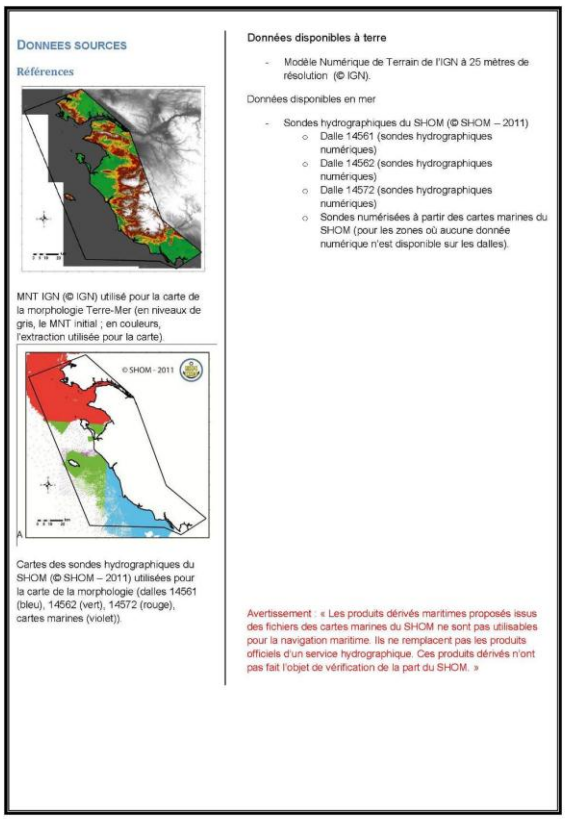
Domaine Mer :

Cette carte utilise les données des sondes hydrographiques du SHOM. Elles proviennent, soit des sondes hydrographiques numériques des dalles (14561, 14562, 14572) de 1°x 1° (© SHOM – 2011), soit de sondes numérisées sur les cartes marines du SHOM, lorsque la couverture des dalles n'est pas suffisante. Après nettoyage et élimination des sondes correspondant à des épaves référencées l'ensemble des sondes est ensuite utilisé pour produire un Modèle Numérique maillé (résolution 100 m) en utilisant la méthode de pondération par l'inverse de la distance. Ensuite, le modèle obtenu est découpé en utilisant la zone GEOPAL et le trait de côte IGN-SHOM (© IGN-SHOM – 2009) pour ne conserver que les zones en-dessous du niveau de la mer. Un ombrage standard du relief est affiché en surimpression pour améliorer la lisibilité de la morphologie marine.

PRECAUTIONS D'USAGE

Cette carte de la morphologie Terre-Mer est une synthèse d'informations non vérifiées. L'information fournie est à titre indicatif.

PROJET : GEOPAL CARTOGRAPHIE DU LITTORAL PAYS DE LOIRE



DONNEES SOURCES

Références

MNT IGN (© IGN) utilisé pour la carte de la morphologie Terre-Mer (en niveaux de gris, le MNT initial ; en couleurs, l'extraction utilisée pour la carte).

Cartes des sondes hydrographiques du SHOM (© SHOM – 2011) utilisées pour la carte de la morphologie (dalles 14561 (bleu), 14562 (vert), 14572 (rouge), cartes marines (violet)).

Données disponibles à terre

- Modèle Numérique de Terrain de l'IGN à 25 mètres de résolution (© IGN).

Données disponibles en mer

- Sondes hydrographiques du SHOM (© SHOM – 2011)
  - Dalle 14561 (sondes hydrographiques numériques)
  - Dalle 14562 (sondes hydrographiques numériques)
  - Dalle 14572 (sondes hydrographiques numériques)
  - Sondes numérisées à partir des cartes marines du SHOM (pour les zones où aucune donnée numérique n'est disponible sur les dalles).

Avertissement : « Les produits dérivés maritimes proposés issus des fichiers des cartes marines du SHOM ne sont pas utilisables pour la navigation maritime. Ils ne remplacent pas les produits officiels d'un service hydrographique. Ces produits dérivés n'ont pas fait l'objet de vérification de la part du SHOM. »

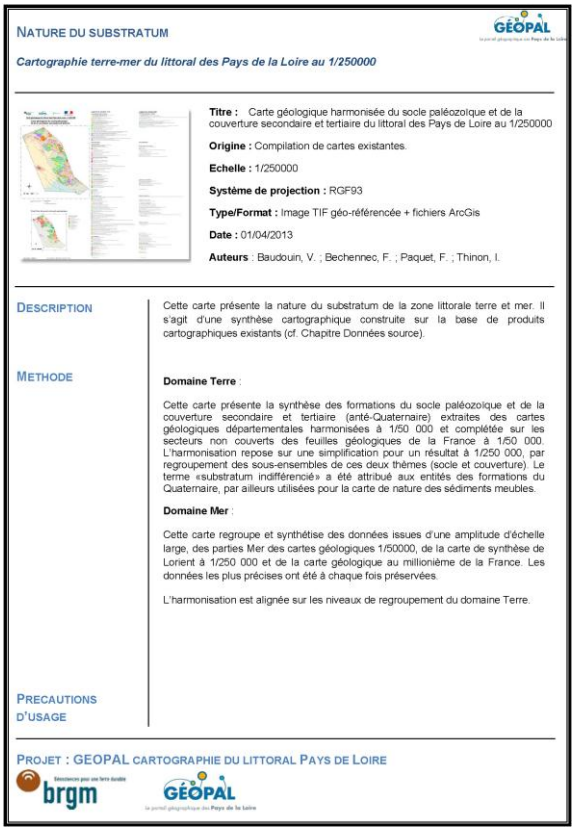
Illustration 23 : Fiche signalétique de la carte de la morphologie Terre-Mer du secteur d'étude.

4.2 CARTE GEOLOGIQUE HARMONISEE TERRE-MER DU SUBSTRATUM

La carte harmonisée Terre-Mer de la nature et des structures majeures du substratum (Illustration 24) est fournie sous forme d'image géo-référencée (système de projection Lambert93). Cette image permet de conserver l'échelle de couleur attribuée aux divers caissons lithologiques. Un fichier au format WMS est aussi fourni afin que les caissons soient interrogeables sur le portail GEOPAL. Les caissons seront intégrés en transparence sur l'image géo-référencée. Ceci afin de faciliter la consultation aux utilisateurs.

Cette carte est accompagnée de sa fiche signalétique (Illustration 25).

Illustration 24 : Carte harmonisée Terre-Mer de la géologie du substratum du secteur d'étude à l'échelle 1/250000 (système de projection Lambert93). Cette carte est associée à une carte des unités litho-stratigraphiques.



NATURE DU SUBSTRATUM

Cartographie terre-mer du littoral des Pays de la Loire au 1/250000

Titre : Carte géologique harmonisée du socle paléozoïque et de la couverture secondaire et tertiaire du littoral des Pays de Loire au 1/250000

Origine : Compilation de cartes existantes.

Echelle : 1/250000

Système de projection : RGF93

Type/Format : Image TIF géo-référencée + fichiers ArcGis

Date : 01/04/2013

Auteurs : Baudouin, V. ; Bechennec, F. ; Paquet, F. ; Thinon, I.

DESCRIPTION

Cette carte présente la nature du substratum de la zone littorale terre et mer. Il s'agit d'une synthèse cartographique construite sur la base de produits cartographiques existants (cf. Chapitre Données source).

METHODE

Domaine Terre :

Cette carte présente la synthèse des formations du socle paléozoïque et de la couverture secondaire et tertiaire (anté-Quaternaire) extraites des cartes géologiques départementales harmonisées à 1/50 000 et complétée sur les secteurs non couverts des feuilles géologiques de la France à 1/50 000. L'harmonisation repose sur une simplification pour un résultat à 1/250 000, par regroupement des sous-ensembles de ces deux thèmes (socle et couverture). Le terme «substratum indifférencié» a été attribué aux entités des formations du Quaternaire, par ailleurs utilisées pour la carte de nature des sédiments meubles.

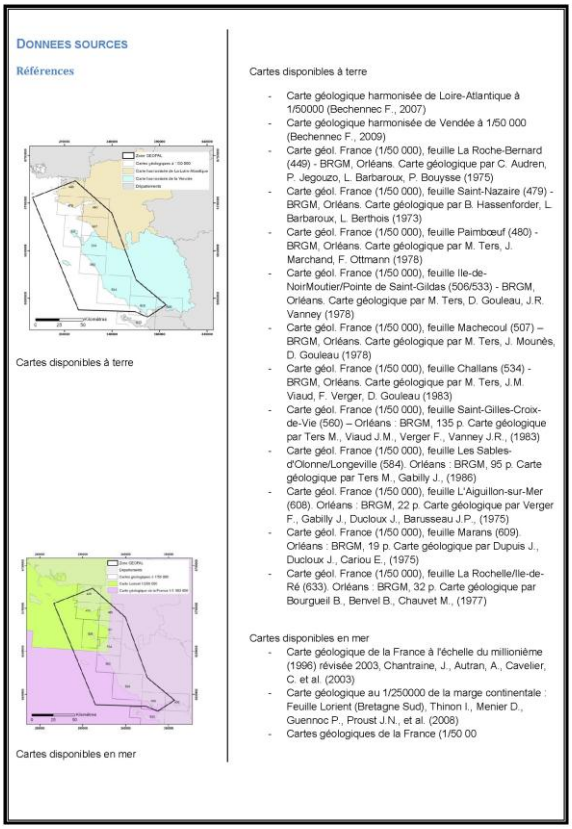
Domaine Mer :

Cette carte regroupe et synthétise des données issues d'une amplitude d'échelle large, des parties Mer des cartes géologiques 1/50000, de la carte de synthèse de Lorient à 1/250 000 et de la carte géologique au millionième de la France. Les données les plus précises ont été à chaque fois préservées.

L'harmonisation est alignée sur les niveaux de regroupement du domaine Terre.

PRECAUTIONS D'USAGE

PROJET : GEOPAL CARTOGRAPHIE DU LITTORAL PAYS DE LOIRE



DONNEES SOURCES

Références

Cartes disponibles à terre

Cartes disponibles en mer

Cartes disponibles à terre

- Carte géologique harmonisée de Loire-Atlantique à 1/50000 (Bechennec F., 2007)
- Carte géologique harmonisée de Vendée à 1/50 000 (Bechennec F., 2009)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille La Roche-Bernard (449) - BRGM, Orléans. Carte géologique par C. Audren, P. Jegouzo, L. Barbaroux, P. Bouysse (1975)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Nazaire (479) - BRGM, Orléans. Carte géologique par B. Hassenforder, L. Barbaroux, L. Berthois (1973)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Paimbœuf (480) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J. Marchand, F. Ottmann (1978)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Ile-de-NoirMoutier/Pointe de Saint-Gildas (506/533) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, D. Gouleau, J.R. Vanney (1978)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Machecoul (507) – BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J. Mounès, D. Gouleau (1978)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Challans (534) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J.M. Viaud, F. Verger, D. Gouleau (1983)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie (560) – Orléans : BRGM, 135 p. Carte géologique par Ters M., Viaud J.M., Verger F., Vanney J.R., (1983)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Les Sables-d'Olonne/Longeville (584). Orléans : BRGM, 95 p. Carte géologique par Ters M., Gabilly J., (1986)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille L'Aiguillon-sur-Mer (608). Orléans : BRGM, 22 p. Carte géologique par Verger F., Gabilly J., Ducloux J., Barusseau J.P., (1975)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Marans (609). Orléans : BRGM, 19 p. Carte géologique par Dupuis J., Ducloux J., Cariou E., (1975)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille La Rochelle/Ile-de-Ré (633). Orléans : BRGM, 32 p. Carte géologique par Bourgueil B., Benvel B., Chauvet M., (1977)

Cartes disponibles en mer

- Carte géologique de la France à l'échelle du millionième (1996) révisée 2003, Chantraine, J., Autran, A., Cavelier, C. et al. (2003)
- Carte géologique au 1/250000 de la marge continentale : Feuille Lorient (Bretagne Sud), Thinon I., Menier D., Guennoc P., Proust J.N., et al. (2008)
- Cartes géologiques de la France (1/50 00

Illustration 25 : Fiche signalétique de la carte harmonisée Terre-Mer du substratum du secteur d'étude.

4.3 CARTOGRAPHIE HARMONISEE TERRE-MER DE LA NATURE DES SEDIMENTS MEUBLES

La carte harmonisée Terre-Mer de la nature des sédiments meubles (Illustration 26) est fournie sous forme d'image géo-référencée (système de projection Lambert93). Cette image permet de conserver l'échelle de couleur attribuée aux divers caissons lithologiques. Un fichier au format WMS est aussi fourni afin que les caissons soient interrogeables sur le portail GEOPAL. Les caissons seront intégrés en transparence sur l'image géo-référencée. Ceci afin de faciliter la consultation aux utilisateurs.

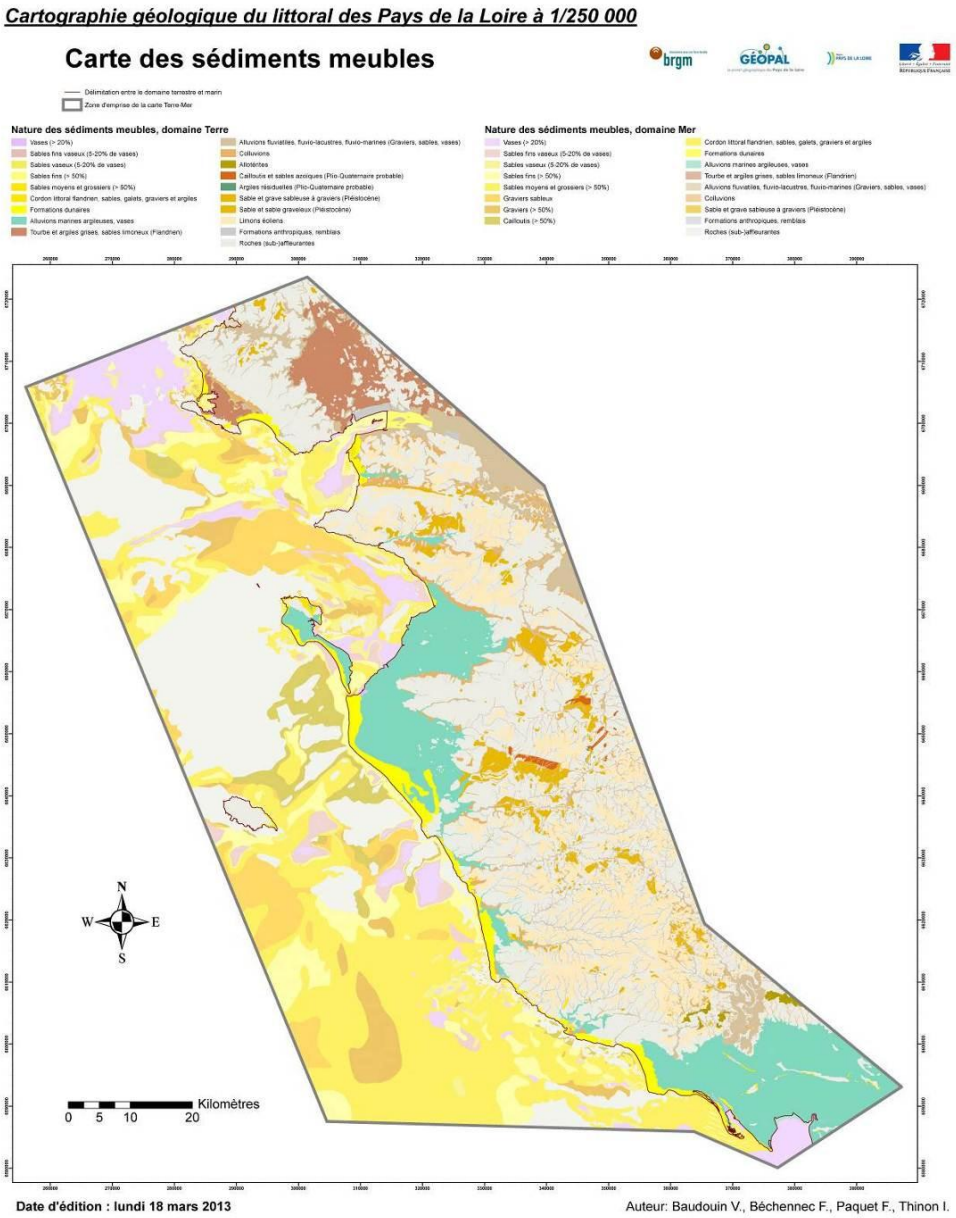
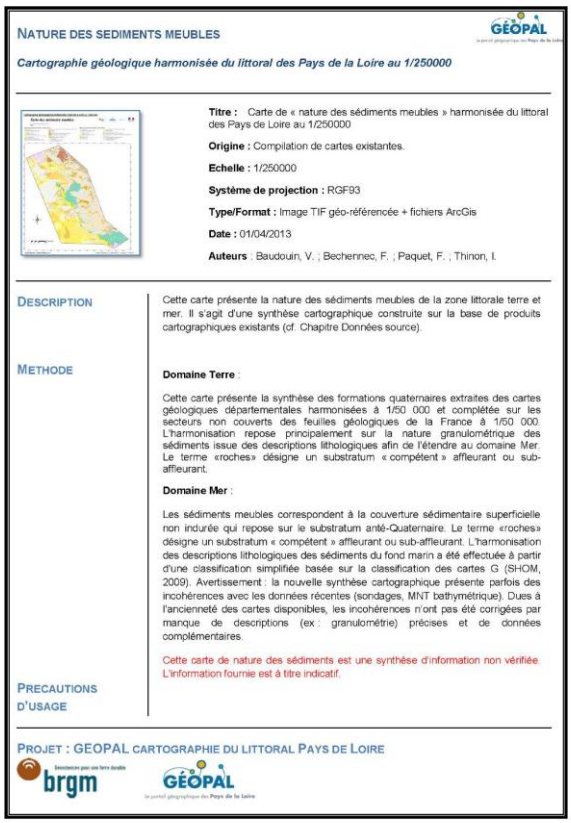


Illustration 26 : Carte harmonisée Terre-Mer de la nature des sédiments meubles du secteur d'étude à 1/250000 (système de projection Lambert93).

Cette carte est accompagnée de sa fiche signalétique (Illustration 27).



NATURE DES SEDIMENTS MEUBLES

Cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays de la Loire au 1/250000

Titre : Carte de « nature des sédiments meubles » harmonisée du littoral des Pays de Loire au 1/250000

Origine : Compilation de cartes existantes.

Echelle : 1/250000

Système de projection : RGF93

Type/Format : Image TIF géo-référencée + fichiers ArcGis

Date : 01/04/2013

Auteurs : Baudouin, V. ; Bechennec, F. ; Paquet, F. ; Thinon, I.

DESCRIPTION

Cette carte présente la nature des sédiments meubles de la zone littorale terre et mer. Il s'agit d'une synthèse cartographique construite sur la base de produits cartographiques existants (cf. Chapitre Données source).

METHODE

Domaine Terre :

Cette carte présente la synthèse des formations quaternaires extraites des cartes géologiques départementales harmonisées à 1/50 000 et complétée sur les secteurs non couverts des feuilles géologiques de la France à 1/50 000. L'harmonisation repose principalement sur la nature granulométrique des sédiments issue des descriptions lithologiques afin de l'étendre au domaine Mer. Le terme «roches» désigne un substratum « compétent » affleurant ou sub-affleurant.

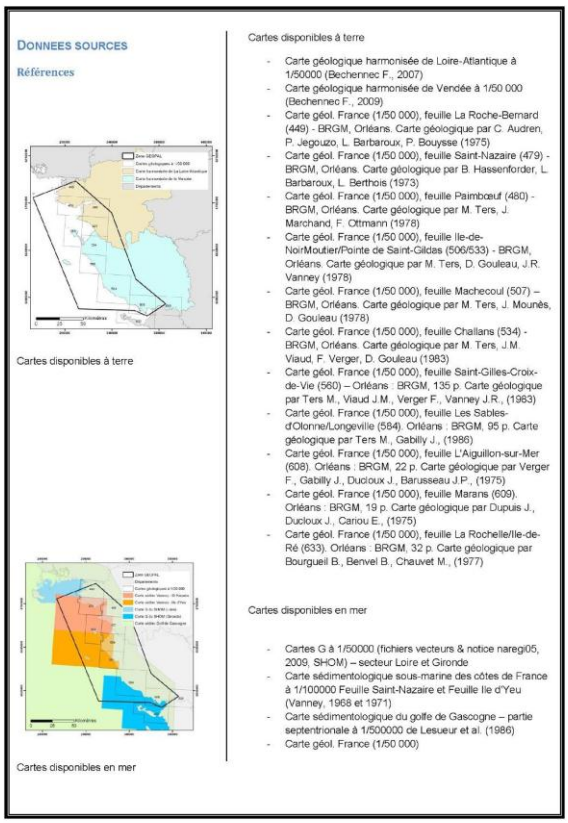
Domaine Mer :

Les sédiments meubles correspondent à la couverture sédimentaire superficielle non indurée qui repose sur le substratum anté-Quaternaire. Le terme «roches» désigne un substratum « compétent » affleurant ou sub-affleurant. L'harmonisation des descriptions lithologiques des sédiments du fond marin a été effectuée à partir d'une classification simplifiée basée sur la classification des cartes G (SHOM, 2009). Avertissement : la nouvelle synthèse cartographique présente parfois des incohérences avec les données récentes (sondages, MNT bathymétrique). Dues à l'ancienneté des cartes disponibles, les incohérences n'ont pas été corrigées par manque de descriptions (ex : granulométrie) précises et de données complémentaires.

PRECAUTIONS D'USAGE

Cette carte de nature des sédiments est une synthèse d'information non vérifiée. L'information fournie est à titre indicatif.

PROJET : GEOPAL CARTOGRAPHIE DU LITTORAL PAYS DE LOIRE



DONNEES SOURCES

Références

Cartes disponibles à terre

Cartes disponibles en mer

Cartes disponibles à terre

- Carte géologique harmonisée de Loire-Atlantique à 1/50000 (Bechennec F., 2007)
- Carte géologique harmonisée de Vendée à 1/50 000 (Bechennec F., 2009)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille La Roche-Bernard (449) - BRGM, Orléans. Carte géologique par C. Audren, P. Jegouzo, L. Barbaroux, P. Bouysse (1975)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Nazaire (479) - BRGM, Orléans. Carte géologique par B. Hassenforder, L. Barbaroux, L. Berthois (1973)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Paimbœuf (480) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J. Marchand, F. Ottmann (1978)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Ile-de-NoirMoutier/Pointe de Saint-Gildas (506/533) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, D. Gouleau, J.R. Vanney (1978)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Machecoul (507) – BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J. Mounès, D. Gouleau (1978)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Challans (534) - BRGM, Orléans. Carte géologique par M. Ters, J.M. Viaud, F. Verger, D. Gouleau (1983)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie (560) – Orléans : BRGM, 135 p. Carte géologique par Ters M., Viaud J.M., Verger F., Vanney J.R., (1983)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Les Sables-d'Olonne/Longeville (594). Orléans : BRGM, 95 p. Carte géologique par Ters M., Gabilly J., (1986)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille L'Aiguillon-sur-Mer (608). Orléans : BRGM, 22 p. Carte géologique par Verger F., Gabilly J., Ducloux J., Barusseau J.P., (1975)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille Marans (609). Orléans : BRGM, 19 p. Carte géologique par Dupuis J., Ducloux J., Cariou E., (1975)
- Carte géol. France (1/50 000), feuille La Rochelle/Ile-de-Ré (633). Orléans : BRGM, 32 p. Carte géologique par Bourgueil B., Benvel B., Chauvet M., (1977)

Cartes disponibles en mer

- Cartes G à 1/50000 (fichiers vecteurs & notice naregi05, 2009, SHOM) – secteur Loire et Gironde
- Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France à 1/100000 Feuille Saint-Nazaire et Feuille Ile d'Yeu (Vanney, 1968 et 1971)
- Carte sédimentologique du golfe de Gascogne – partie septentrionale à 1/500000 de Lesueur et al. (1986)
- Carte géol. France (1/50 000)

Illustration 27 : Fiche signalétique de la carte harmonisée Terre-Mer de la nature des sédiments meubles du secteur d'étude.

4.4 CARTE D'EPAISSEUR DES FORMATIONS MEUBLES

La carte d'épaisseur des formations meubles (Illustration 28) élaborée à partir d'un modèle numérique maillée des valeurs de la profondeur ponctuelle du substratum. Elle est fournie sous forme d'image géo-référencée (système de projection Lambert93). Cette image permet de conserver l'échelle de couleur.

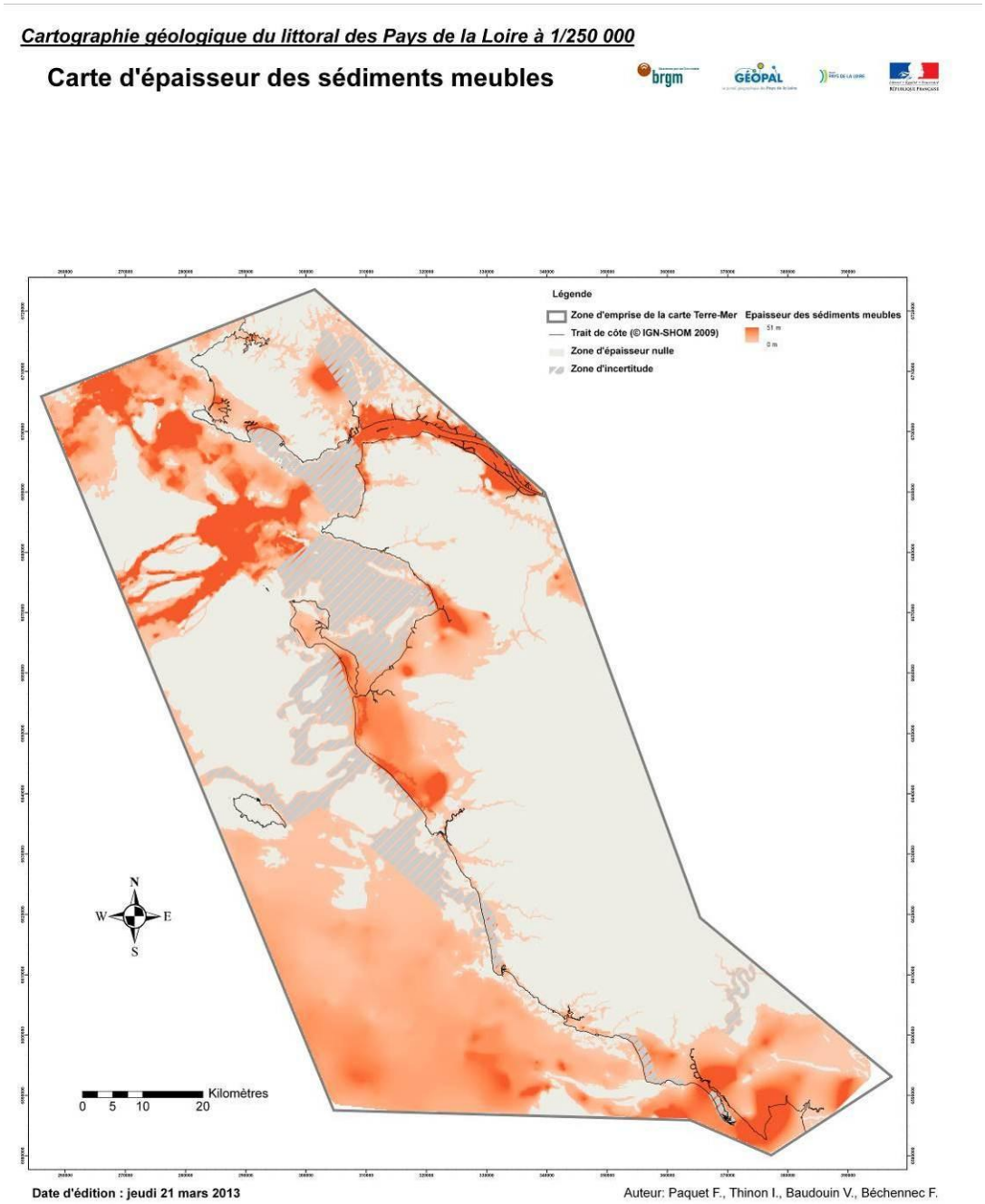


Illustration 28 : Carte d'épaisseur des formations meubles Terre-Mer du secteur d'étude à 1/250000 (système de projection Lambert93).

Cette carte est accompagnée de sa fiche signalétique (Illustration 29).

EPAISSEUR DES SEDIMENTS MEUBLES TERRE-MER

Cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays de la Loire au 1/250000

Titre : Carte de l'épaisseur des sédiments meubles Terre-Mer du littoral des Pays de Loire au 1/250000

Origine : Compilation de données cartographiques existantes, et d'analyses d'épaisseurs de sédiments meubles des sondages de la BSS et des données sismiques marines.

Echelle : 1/250000

Système de projection : RGF93

Type/Format : Image TIF géo-référencée + fichiers ArcGis

Date : 01/04/2013

Auteurs : Paquet, F. ; Thinon, I. ; Baudouin, V. ; Béchennec, F.

DESCRIPTION

Cette carte présente l'épaisseur de sédiments meubles de la zone littorale des Pays de Loire. Il s'agit d'une synthèse cartographique construite sur la base de cartes d'épaisseurs existantes et d'analyses de l'épaisseur de sédiments meubles des sondages BSS et de données sismiques marines (cf. Chapitre Données source).

METHODE

Pour établir le modèle numérique d'épaisseur des sédiments meubles, l'ensemble des données existantes (Cf. chapitre données et ci-dessous) a été converti en données ponctuelles (point x, y, épaisseur). Une interpolation par la méthode des voisins naturels a ensuite été effectuée (résolution 200 m) pour obtenir le modèle numérique maillé de l'épaisseur de sédiments meubles.

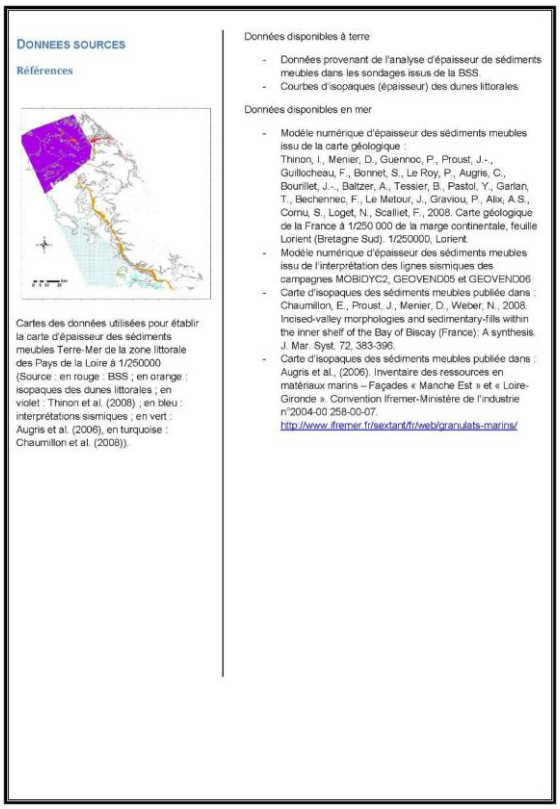
Pour obtenir une image lisible des variations d'épaisseur des formations meubles, un dégradé de couleur monochromatique a été appliqué au modèle numérique maillé et les polygones d'épaisseur nulle à négligeable ont été superposés (grisés).

Enfin, les zones où les données n'offraient pas une densité suffisante ou lorsque les résultats étaient incohérents et non vérifiables, ont été délimitées et représentées en surcharge (hachures grisées).

PRECAUTIONS D'USAGE

Cette carte de la morphologie Terre-Mer du toit du substratum est une synthèse d'informations non vérifiées. L'information fournie est à titre indicatif.

PROJET : GEOPAL CARTOGRAPHIE DU LITTORAL PAYS DE LOIRE



DONNEES SOURCES

Références

Cartes des données utilisées pour établir la carte d'épaisseur des sédiments meubles Terre-Mer de la zone littorale des Pays de la Loire à 1/250000 (Source : en rouge : BSS ; en orange : isopaques des dunes littorales ; en violet : Thinon et al. (2008) ; en bleu : interprétations sismiques ; en vert : Augris et al. (2006), en turquoise : Chaumillon et al. (2008)).

Données disponibles à terre

- Données provenant de l'analyse d'épaisseur de sédiments meubles dans les sondages issus de la BSS.
- Courbes d'isopaques (épaisseur) des dunes littorales.

Données disponibles en mer

- Modèle numérique d'épaisseur des sédiments meubles issu de la carte géologique : Thinon, I., Menier, D., Guennoc, P., Proust, J.-, Guillocheau, F., Bonnet, S., Le Roy, P., Augris, C., Bourillet, J.-., Baltzer, A., Tessier, B., Pastol, Y., Garlan, T., Bechennec, F., Le Metour, J., Graviou, P., Alix, A.S., Cornu, S., Loget, N., Scalliet, F., 2008. Carte géologique de la France à 1/250 000 de la marge continentale, feuille Lorient (Bretagne Sud). 1/250000, Lorient.
- Modèle numérique d'épaisseur des sédiments meubles issu de l'interprétation des lignes sismiques des campagnes MOBIDYC2, GEOVEND05 et GEOVEND06
- Carte d'isopaques des sédiments meubles publiée dans : Chaumillon, E., Proust, J., Menier, D., Weber, N., 2008. Incised-valley morphologies and sedimentary-fills within the inner shelf of the Bay of Biscay (France): A synthesis. J. Mar. Syst. 72, 383-396.
- Carte d'isopaques des sédiments meubles publiée dans : Augris et al., (2006). Inventaire des ressources en matériaux marins – Façades « Manche Est » et « Loire-Gironde ». Convention Ifremer-Ministère de l'industrie n°2004-00 258-00-07. http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/granulats-marins/

Illustration 29 : Fiche signalétique de la carte des épaisseurs des sédiments meubles Terre-Mer du secteur d'étude.

4.5 CARTE DE PROFONDEUR DU SUBSTRATUM

La carte de profondeur du substratum (Illustration 30), ou carte de la morphologie du toit du substratum induré, est élaborée à partir d'un modèle numérique maillée des valeurs de la profondeur ponctuelle du substratum. Elle est fournie sous forme d'image géo-référencée (système de projection Lambert93). Cette image permet de conserver l'échelle de couleur.

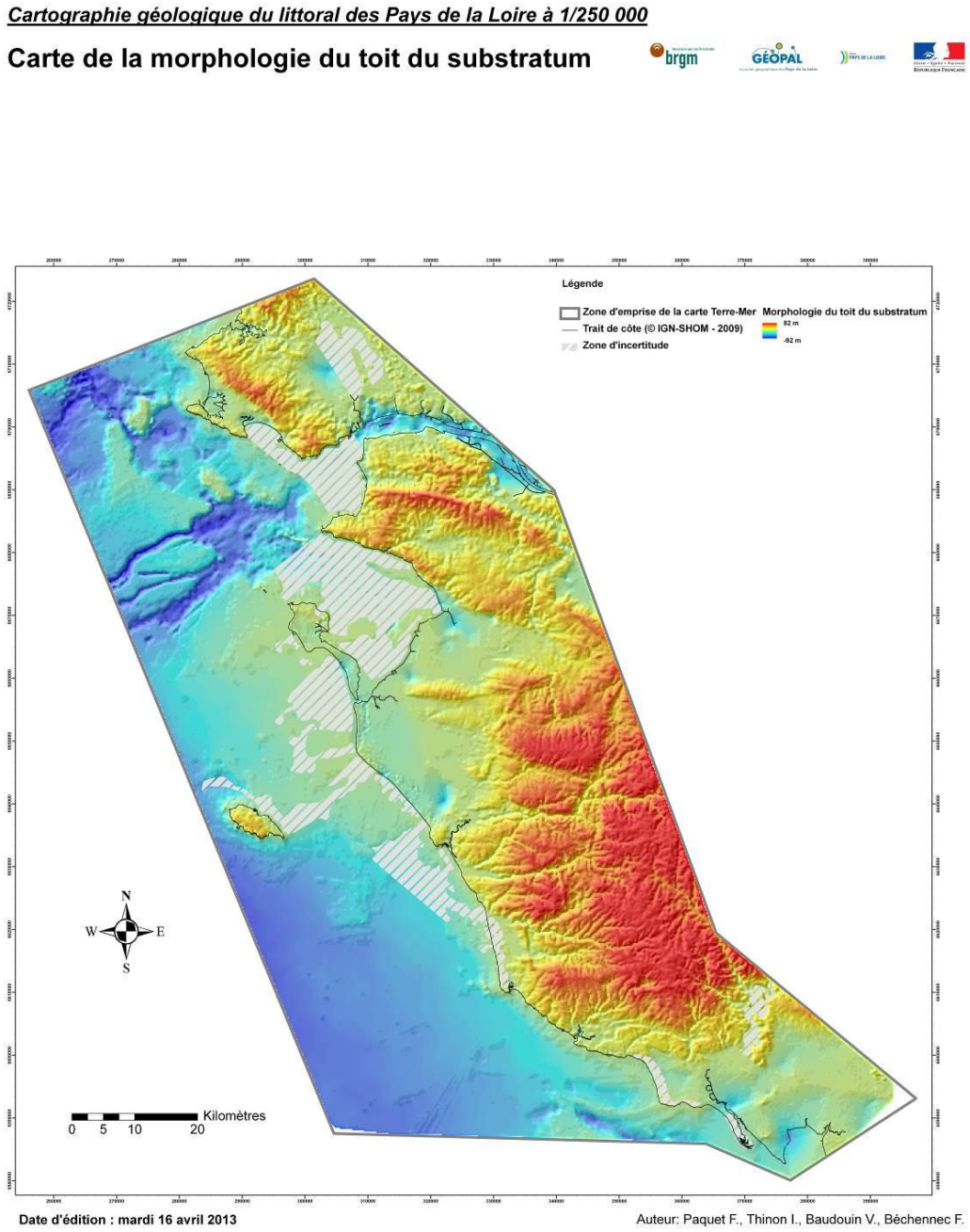
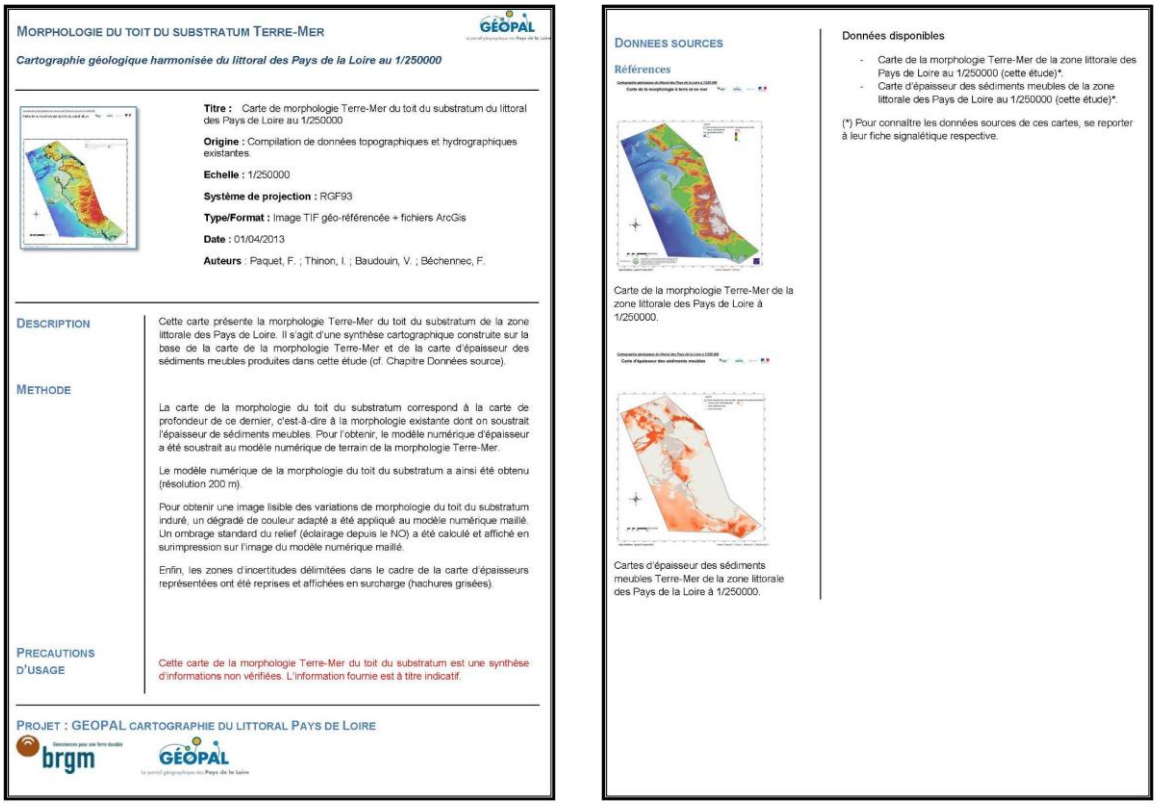


Illustration 30 : carte de la morphologie du toit du substratum Terre-Mer (système de projection Lambert93).

Cette carte est accompagnée de sa fiche signalétique (Illustration 31).



MORPHOLOGIE DU TOIT DU SUBSTRATUM TERRE-MER

Cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays de la Loire au 1/250000

Titre : Carte de morphologie Terre-Mer du toit du substratum du littoral des Pays de Loire au 1/250000

Origine : Compilation de données topographiques et hydrographiques existantes.

Echelle : 1/250000

Système de projection : RGF93

Type/Format : Image TIF géo-référencée + fichiers ArcGis

Date : 01/04/2013

Auteurs : Paquet, F. ; Thinon, I. ; Baudouin, V. ; Béchennec, F.

DESCRIPTION

Cette carte présente la morphologie Terre-Mer du toit du substratum de la zone littorale des Pays de Loire. Il s'agit d'une synthèse cartographique construite sur la base de la carte de la morphologie Terre-Mer et de la carte d'épaisseur des sédiments meubles produites dans cette étude (cf. Chapitre Données source).

METHODE

La carte de la morphologie du toit du substratum correspond à la carte de profondeur de ce dernier, c'est-à-dire à la morphologie existante dont on soustrait l'épaisseur de sédiments meubles. Pour l'obtenir, le modèle numérique d'épaisseur a été soustrait au modèle numérique de terrain de la morphologie Terre-Mer.

Le modèle numérique de la morphologie du toit du substratum a ainsi été obtenu (résolution 200 m).

Pour obtenir une image lisible des variations de morphologie du toit du substratum induré, un dégradé de couleur adapté a été appliqué au modèle numérique maillé. Un ombrage standard du relief (éclairage depuis le NO) a été calculé et affiché en surimpression sur l'image du modèle numérique maillé.

Enfin, les zones d'incertitudes délimitées dans le cadre de la carte d'épaisseurs représentées ont été reprises et affichées en surcharge (hachures grisées).

PRECAUTIONS D'USAGE

Cette carte de la morphologie Terre-Mer du toit du substratum est une synthèse d'informations non vérifiées. L'information fournie est à titre indicatif.

PROJET : GEOPAL CARTOGRAPHIE DU LITTORAL PAYS DE LOIRE

DONNEES SOURCES

Références

Carte de la morphologie Terre-Mer de la zone littorale des Pays de Loire à 1/250000.

Cartes d'épaisseur des sédiments meubles Terre-Mer de la zone littorale des Pays de la Loire à 1/250000.

Données disponibles

- Carte de la morphologie Terre-Mer de la zone littorale des Pays de Loire au 1/250000 (cette étude)*.
- Carte d'épaisseur des sédiments meubles de la zone littorale des Pays de Loire au 1/250000 (cette étude)*.

(*) Pour connaître les données sources de ces cartes, se reporter à leur fiche signalétique respective.

Illustration 31 : Fiche signalétique de la carte de la morphologie du toit du substratum induré du secteur d'étude (1ère partie)

5 Conclusions

Le littoral est un territoire qui constitue un enjeu majeur pour les Pays-de-la-Loire. La géologie joue un rôle clef sur la structure, l'évolution et les ressources de ce territoire, aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine.

Le projet « cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays-de-la-Loire » a permis d'établir plusieurs synthèses cartographiques concernant le substratum et les sédiments meubles. Les livrables de cette étude comprennent 2 synthèses cartographiques harmonisées Terre-Mer du littoral des Pays-de-la-Loire, l'une sur la nature des formations meubles ; l'autre sur la géologie du substratum (nature des formations indurées et structures majeures). Ils comprennent aussi une carte d'isopaques des formations meubles, une carte de profondeur du toit du substratum ainsi que leur fiche signalétique. Les livrables de cette étude ont été élaborés de manière à être consultable sur le portail GEOPAL (http://www.geopal.org/accueil).

Ces produits cartographiques constituent ainsi un référentiel de base pour l'ensemble des acteurs du littoral : services de l'Etat, collectivités territoriales, etc. **Il s'agit des premières synthèses cartographiques Terre-Mer à 1/250000 sur le secteur Pays-de-la-Loire,** venant compléter la synthèse cartographique du plateau Sud-Bretagne : la carte géologique de la France à 1/250000 Feuille Lorient.

Par ailleurs, les synthèses ayant été construites à partir des données et produits cartographiques existants, les travaux réalisés mettent aussi en lumière les zones du secteur d'étude présentant des incohérences, obsolescences ou des hétérogénéités de la connaissance. Des acquisitions de données sur ces zones, en mer comme à terre, permettraient d'améliorer fortement la connaissance et la cartographie des structures géologiques du littoral des Pays-de-la-Loire.

6 Références bibliographiques

Brinon P., Luquet C., Nagel J. L. *et al.* (2013) - Banque de données du Sous-Sol, Banque de Données de Géologie Marine, Activités 2012. Orléans : BRGM. 1-47 p. (BRGM/RP-62069-FR).

Chantraine J., Autran A., Cavelier C. (2003) - Carte géologique au Million, 6eme édition. , 1/1000000,

Chaumillon E., Proust J., Menier D. *et al.* (2008) - Incised-valley morphologies and sedimentary-fills within the inner shelf of the Bay of Biscay (France): A synthesis. *J. Mar. Syst.*, 72, p. 383-396.

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. *SEPM Special publication*, 85, p. 57-85.

Garlan T. (2009) - Cartes de Natures de Fond au format shape (Partie sédimentaire des Cartes G). , 1/50000,

Huerta P., Proust J. -., Guennoc P. *et al.* (2010) - Seismic stratigraphy of the Vendean-Armorican platform of the French Atlantic shelf: new insights into the history of the North Atlantic ocean. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 181, p. 37-50.

Lesueur P., Klingebiel A. (1986) - Carte et notice de répartition des sédiments superficiels du plateau continental du Golfe de Gascogne, partie septentrionale (éch. : 1/500000). *Carte géologique de la marge continentale française*, 1/500000,

Proust J. -., Renault M., Guennoc P. *et al.* (2010) - Sedimentary architecture of the Loire River drowned valleys of the French Atlantic shelf. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, p. 129-149.

Thinon I., Menier D., Guennoc P. *et al.* (2008) - Carte géologique de la France à 1/250 000 de la marge continentale, feuille Lorient (Bretagne Sud). , 1/250000, p. Lorient.

Vanney J. R. (1971) - Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France au 1/100000. , 1/100000, p. D-E 13.

Vanney J. R. (1968) - Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France au 1/100000. , 1/100000, p. D-12.

Weber N., Chaumillon E., Tesson M. *et al.* (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. *Mar. Geol.*, 207, p. 17-38.

7 Annexes

Annexe 1 : EXEMPLE de courrier envoyé aux communes pour la collecte des données

Nantes, le 10 janvier 2012

Mairie

A l'attention de Madame ou Monsieur le Maire

Nos Réf. :

Objet : Collecte de données descriptives géologiques produites lors de travaux d'aménagement ou de la réalisation d'ouvrages d'art.

Affaire suivie par : Vivien BAUDOUIN – tél. : 02.51.86.01.56 – v.baudouin@brgm.fr
Pierre CONIL – tél. : 02.51.86.01.50 – p.conil@brgm.fr

Madame, Monsieur le Maire,

Dans le cadre du programme GEOPAL, le BRGM est chargé de réaliser une cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays de la Loire.
Ce programme, qui est la création d'un portail commun de l'information géographique afin de fédérer les actions des acteurs publiques des Pays de la Loire, a été inscrit au Contrat de Projets Etat-Région (CPER 2007-2013).
Parmi ses objectifs, ce portail géographique des Pays de la Loire GEOPAL doit favoriser l'observation et la connaissance des territoires afin de concourir à leur gestion.

Pour la réalisation de la cartographie géologique harmonisée du littoral des Pays de la Loire, nous aurions besoin de collecter les éléments descriptifs en votre possession qui caractérisent la nature des sols de votre commune. Après traitement par nos services, ces données alimenteront la base de connaissance pour la carte géologique littorale des Pays de la Loire.

Ces informations sont contenues bien souvent dans les rapports techniques d'opérations de travaux d'aménagement, de réalisations d'ouvrages d'arts, ou encore des études de risques dont vous avez la maîtrise d'ouvrage.

Nous vous remercions donc pour le retour d'information que vous nous fournirez. Les extraits des rapports techniques, les coupes de sondages localisés sont à retourner :

- par courrier pour les copies « papier » :

BRGM
1 Rue des Saumonières
44323 NANTES CEDEX 03

- par e-mail pour les copies numériques (ex : format pdf) :

v.baudouin@brgm.fr

Nous serions également en mesure de nous déplacer afin de collecter les documents que vous nous mettriez à disposition.

Enfin, nous restons bien entendu à votre entière disposition pour toute information complémentaire.

En vous remerciant par avance, nous vous prions de croire, Madame, Monsieur le Maire, en l'expression de notre considération distinguée.

P. CONIL
Directeur du Service Géologique
Régional des Pays-de-la-Loire

Annexe 2 : Description des cartes disponibles en domaine MER

Cartes de Natures de Fond (Cartes G):

Le SHOM produit des cartes de Natures de Fond, appelées Cartes G. Les cartes G sont fournies au format shape dans le Système géodésique WGS84. La résolution est équivalente aux cartes papiers à des formats proches du 1/50 000. Pour le projet de cartographie géologique du littoral des Pays-de-la-Loire, les cartes G utilisées proviennent de la version 4.0, validées le 28/04/2009 (cf. notice rédigée par T. Garlan, SHOM). Les caractéristiques sédimentaires du fond marin d'après Garlan (2009) « proviennent de données du SHOM, du BRGM, de l'IFREMER, des Universités de Lille 1, Rouen, Caen, Brest, La Rochelle, Bordeaux I et Corte, de l'IntechMer, du Conseil Général de la Charente-Maritime, de la Direction Départementale de l'Equipement de Charente-Maritime, de l'Office de l'Environnement de la Corse et du Port Autonome de Bordeaux. Cette carte des sédiments superficiels est la synthèse des données disponibles : plomb suiffé, prélèvements à la benne et carottages, photographies aériennes et sous-marines, imagerie acoustique par sonar latéral et sondeur multifaisceaux, sismique très haute résolution.». La compilation de ces données a été confrontée aux données sur la morphologie. Un sédiment est définit comme un ensemble constitué par la réunion de particules, détritiques ou biogènes, plus ou moins grossières ayant subi un transport par un ou plusieurs agents de transport (Garlan, 2009).

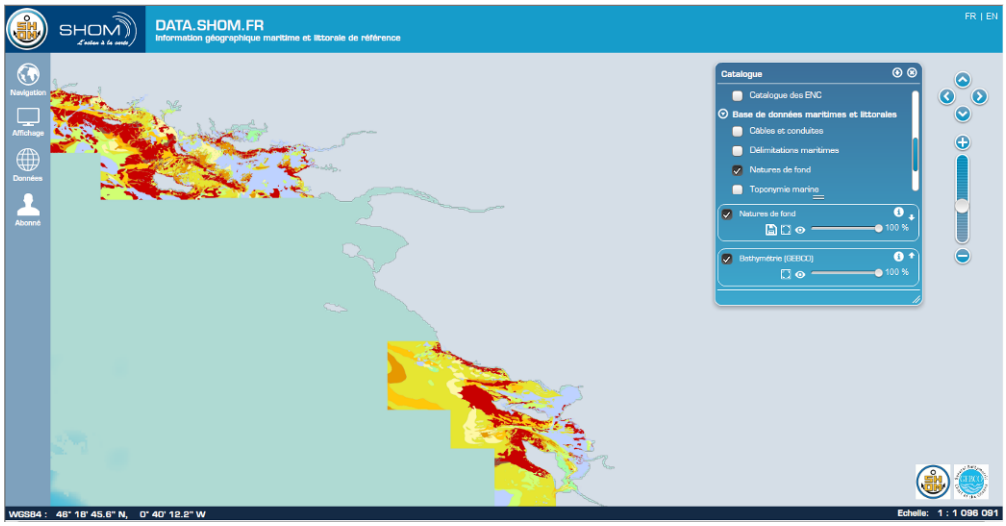


Illustration 32 : carte G (SHOM, 2009) consultable sur le portail http://data.shom.fr/

Cartes sédimentologiques sous-marines des côtes de France au 1/100000 d'après Vanney

Les cartes sédimentologiques sous-marines des côtes de France au 1/100000 d'après Vanney ont été publiées par l'IGN avec le concours de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique et le CNEXO en 1968 pour la feuille Saint-Nazaire et en 1971 pour la Feuille Yeu. Les cartes sont basées sur l'analyse des données qui étaient disponibles dans les années 60. Ayant été produites sous format papier dans le système de projection Lambert I zone Nord Ellipsoïde de Clarke et Lambert II zone centrale Ellipsoïde de Clarke, ces cartes ont été scannées puis géo-référencées dans leur système de projection propre.

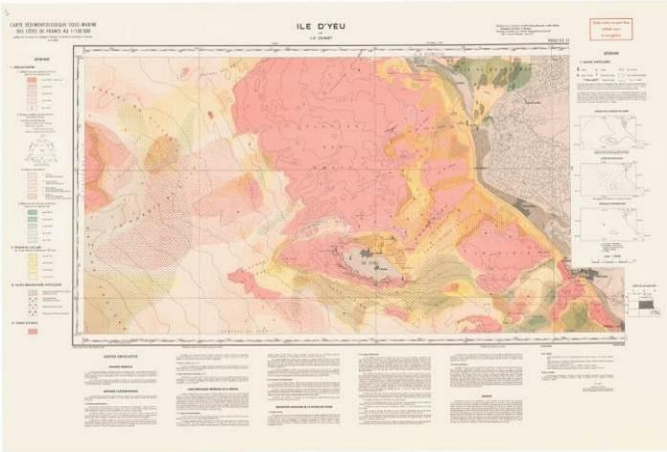


Illustration 33: Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France au 1/100000 – Feuille de l'Ile d'Yeu (Vanney, 1971)

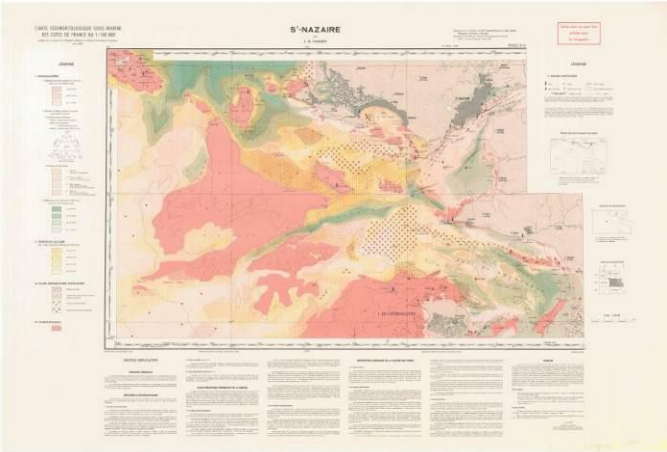


Illustration 34 : Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France au 1/100000 – Feuille de Saint-Nazaire (Vanney, 1968)

Carte sédimentologique du Golfe de Gascogne au 1/500000 – partie septentrionale de Lesueur et al. (1986)

La carte sédimentologique du Golfe de gascogne au 1/500000 du Lesueur *et al.* (1986) a été réalisée avec le concours financier du BRGM et de l'IFREMER sous la responsabilité d'André Klingebiel de l'institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine (Univ. Bordeaux I). Son édition a été coordonnée par P. Bouysse en 1986. Cette carte est basée sur des données acquises jusqu'en 1979.

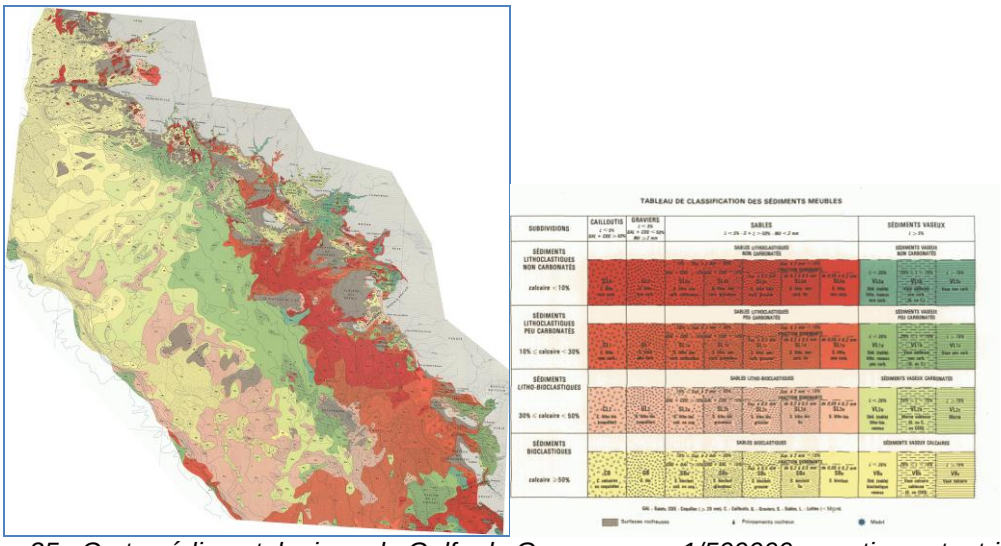


Illustration 35 : Carte sédimentologique du Golfe de Gascogne au 1/500000 – partie septentrionale de Lesueur et al. (1986) et son Tableau de classification sédimentaire.

Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne : carte biosédimentaire (1976),

Cet atlas est disponible sous forme de cartes papiers et d'un produit numérique

Cet atlas, publié en 1976 avec le concours du CNEXO, comprend des cartes biosédimentaires côtières au 1/100000 et une carte plus générale au 1/500000. Cet atlas repose sur quelques travaux de thèse (Glémarec, 1969 ; Vanney, 1969 ; Chassé, 1972 et Pinot, 1974).

Cet atlas a été numérisé et harmonisé avec la typologie EUNIS. Le produit REBENT Ifremer-Université-CNRS (2009 ; Source Chassé C., Glémarec M. Echelle 1/100 000 à 1/500000) est consultable sur le serveur SEXTANT (cf. http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/guest/catalogue).

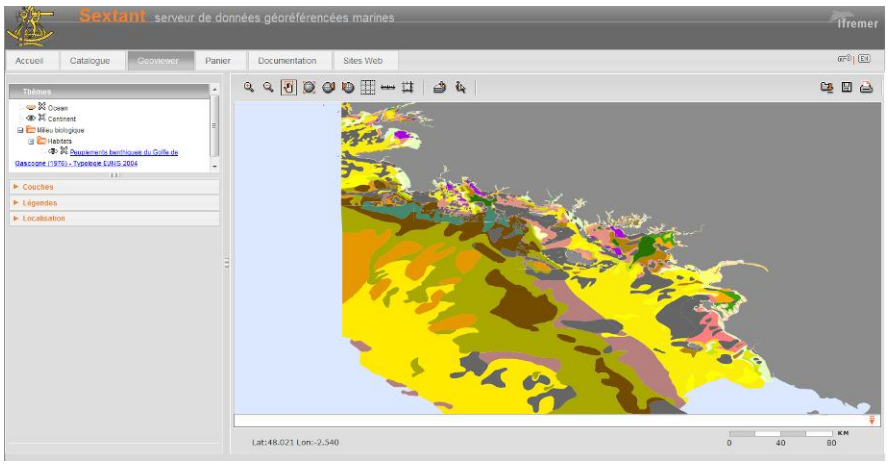


Illustration 36 : Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne : cartes biosédimentaires (Source Chassé C., Glémarec M., 1976 ; Produit numérique REBENT Ifremer-Université-CNRS, 2009).

Carte des formations superficielles du synforme de Piriac

La Carte des formations superficielles du synforme de Piriac (Berné *et al.*, 1987 - Ifremer, Géosciences Marines) est consultable sur le serveur SEXTANT (cf.

http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/guest/catalogue). Issu de la campagne Sudarmor 1 en 1985, cette carte donne une information sur la nature du fond marin à une échelle très petite (1/2500) sur une très zone très restreintes à la limite de la zone d'étude. La référence de cette carte est BERNÉ S., BARTHES V., COTTAZ Y., LERICOLAIS G., MIRMAND M., POCACHARD J., ROBACH F. (1987) - Synforme de Piriac (Loire Atlantique), mosaïque sonar latéral, anomalies du champ magnétique, épaisseur sédimentaire et interprétation géologique. 2 cartes, échelles 1/5 000 et 1/2 500 et une notice explicative, Ed. Ifremer - CEA

Illustration 37 : Carte des formations superficielles du synforme de Piriac (Berné et al., 1987 – extrait du serveur Sextant http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/guest/catalogue)

Carte biosédimentaire des fonds meubles des Pertuis Charentais (1976) au 1/100000

La carte biosédimentaire des fonds meubles des Pertuis Charentais (1976) au 1/100000 (Produit numérique REBENT Ifremer-Université-CNRS, 2009 ; Source : Chassé C., 1974, Pertuis et îles Charentais - Carte bio-sédimentaire (prévision) ; Hily C., 1976, Ecologie benthique des Pertuis Charentais. Cette carte est consultable sur le serveur SEXTANT (cf. http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/guest/catalogue. Cette carte est la synthèse de cartes extraites de la thèse de Christian Hily sur les "Pertuis Charentais" publiée en 1976 et de la carte de Claude Chassé intitulée "Pertuis et îles Charentais - Carte bio-sédimentaire (Prévision)" de 1974, avec pour la partie ouest, l'intégration des travaux géomorphologiques de J.P. Barusseau, D. Dorel et M. Tesson et des travaux de biologie de F. Lagardère (vasière de Gironde). Une harmonisation avec la typologie EUNIS a été réalisée en 2008, avec l'expertise de l'auteur (projets Rebent et Interreg-MESH).

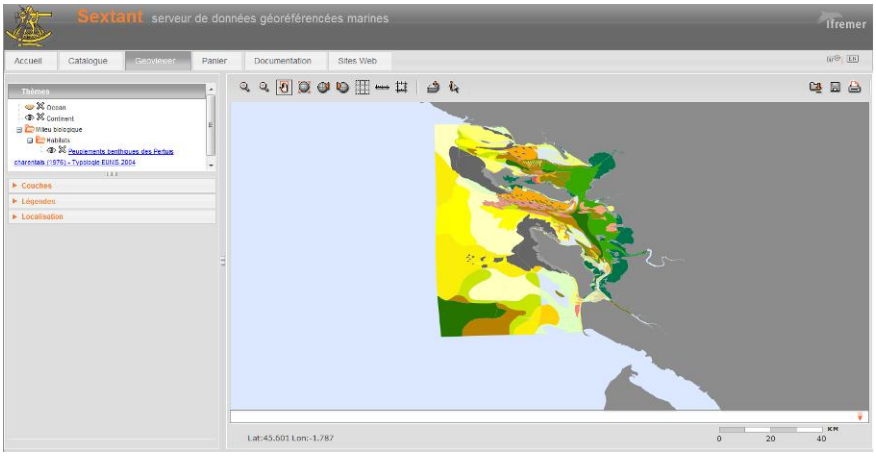


Illustration 38 : Carte biosédimentaire des fonds meubles des Pertuis Charentais (1976) au 1/100000 (extrait du serveur sextant http://www.ifremer.fr/sextant/fr/)

Isopaques des nappes alluviales sur le secteur Loire.

La carte d'isopaques des nappes alluviales sur le secteur Loire (Source : http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/granulats-marins/ressources-minerales) donne une information sur le remplissage au large de la Loire (paléo-Loire) et au niveau des paléo-vallées de la Gironde.

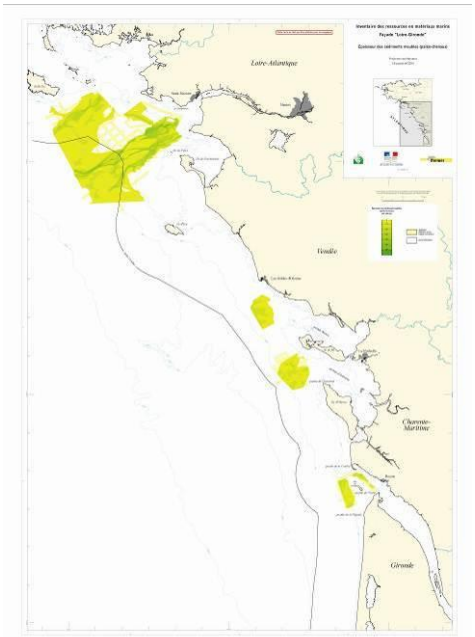


Illustration 39 : carte des épaisseurs des nappes alluviales (extrait http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/granulats-marins/ressources-minerales).

Cette donnée a été créée pendant la deuxième phase de l'étude sur les matériaux marins. Elle résulte de la compilation de trois données publiées pour la première phase de l'étude, et les remplace : - Isopaques des nappes alluviales sur le secteur Loire - Isopaques des nappes alluviales sur le secteur Gironde - Isopaques des nappes alluviales sur le secteur des Pertuis Charentais

Références bibliographiques : - BRGM, Recherche de granulats marins dans la zone de l'embouchure de la Gironde. Étude par sismique-réflexion continue,Contrat CNEXO 78 SGN 574 GPH. - BEICIP, Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne, Contrat CNEXO 1973/767. Pour plus d'informations se reporter au site Granulats marins http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/granulats-marins/.

Carte de profondeur du substratum anté-quaternaire

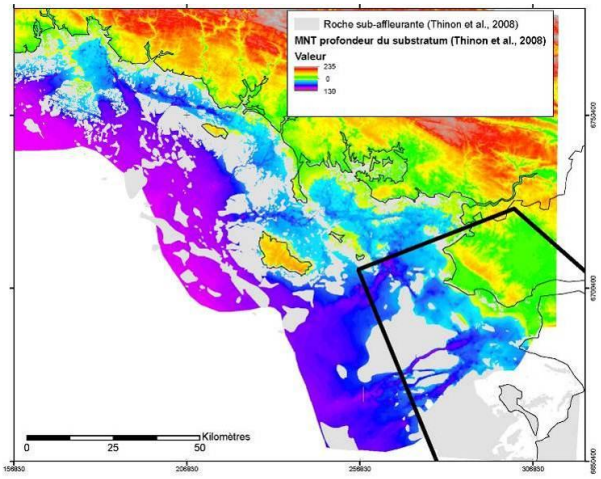


Illustration 40 : Profondeur du substratum anté-quaternaire (MNT 100m) (Thinon et al., 2008).

La carte de profondeur du substratum anté-quaternaire d'après Thinon *et al.* (2008) est un MNT profondeur du substratum anté-quaternaire, construit à partir des sondages de la BGM/BSSmer, des zones de roches affleurantes (Carte G, SHOM, 2009) et des interprétations sismiques de Menier (2006) et de Thinon *et al.* (2008). Dérivé des travaux de cartographie Feuille Lorient (Thinon *et al.*, 2008), le MNT couvre le plateau Bretagne Sud jusqu'à la bordure méridionale de la paléo-Loire. La modélisation a été effectuée avec le logiciel GDM® du BRGM (Castagnac, 2008). Ce produit numérique est disponible en format ASCII grid.

Carte des isopaques des sédiments meubles (quaternaire supposé) du plateau Bretagne Sud – feuille Lorient

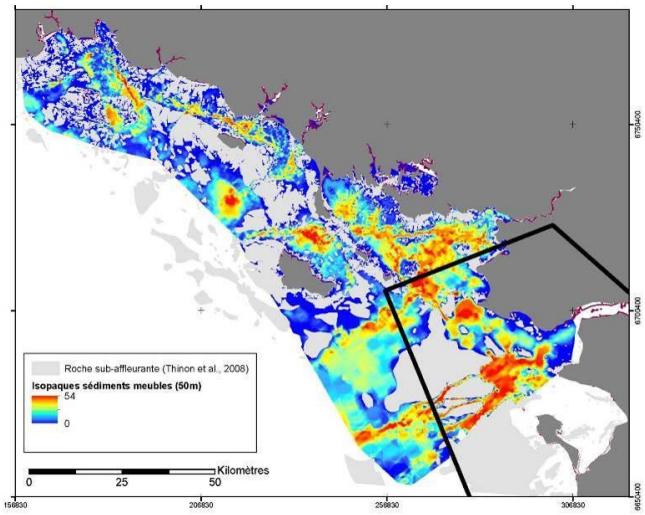


Illustration 41 : Isopaques des sédiments meubles (quaternaire supposé) du plateau Bretagne Sud – feuille Lorient (Thinon et al. 2008 – BRGM).

La carte des isopaques des sédiments meubles (quaternaire supposé) du plateau Bretagne Sud – feuille Lorient (Thinon *et al.*, 2008) est un MNT des épaisseurs des sédiments meubles (quaternaire supposé) du plateau Bretagne Sud – feuille Lorient, construit à partir des sondages de la BGM/BSSmer, des zones de roches affleurantes (Carte G, SHOM, 2009) et des interprétations sismiques de Menier (2006) et de Thinon *et al.* (2008). Dérivé des travaux de cartographie Feuille Lorient (Thinon *et al.*, 2008), le MNT couvre le plateau Bretagne Sud jusqu'à la bordure méridionale de la paléo-Loire. La modélisation a été effectuée avec le logiciel GDM® du BRGM. Ce produit numérique est disponible en format ASCII grid.

Annexe 3 : Regroupement et harmonisation des ensembles lithologiques du substratum (partie domaine TERRE)

Le Tableau présenté ci-dessous est consultable sur le portail GEOPAL.

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2102	**Pliocène, faciès redoniens, marnes sableuses fossilifères, sables coquillers (faluns), argiles**		1539	Pliocène, faciès redoniens, argiles	69
			1539	Pliocène, faciès redoniens, marnes sableuses fossilifères, sables coquillers (faluns)	498
			1539	Pliocène, recouvrement de cailloutis sur les séries redoniennes	504
			2327	Pliocène, faciès redoniens, faluns	38
			2327	Plio-Quaternaire probable, cailloutis et sables azoïques reposant sur le Pliocène inférieur, Zancléen ("Redonien") (marnes sableuses fossilifères, sables coquillers)	44
2104	**Miocène moyen, Langhien, unité inférieure des Faluns d'Anjou**		1539	Miocène moyen, Langhien, unité inférieure des Faluns d'Anjou	74
			2327	Miocène moyen, Langhien, unité inférieure des Faluns d'Anjou	47
2105	**Eocène à Würm, Formation de Pénestin, sables, argiles, graviers**		1539	Eocène à Würm, Formation de Pénestin, sables, argiles, graviers	75
			449	Terrains sédimentaires : Eocène à Würm : résiduel, Formation de Larmor discontinue	12
2120	**Bartonien, calcaires argileux lacustres**		1539	Bartonien, calcaires argileux lacustres	91
2125	**Lutétien, calcaires et calcaires dolomitiques à Nummulites, grès, sables et argiles**		1539	Tourbe sur formation lutétienne	35
			1539	Lutétien, calcaires, grès et argiles du bassin de Campbon et du Bas-Bergon	85
			1539	Lutétien supérieur, calcaires sableux et dolomitiques à Nummulites, sables et calcaires sableux à Orbitolites, meulières	92
			2327	Lutétien supérieur, calcaires sableux et dolomitiques à Nummulites, sables et calcaires sableux à Orbitolites complanatus, meulières du Moulin de la Nation	50
			479	Lutétien. Calcaire, calcaires dolomitiques et dolomies à Nummilites brongnarti	13
			479	Lutétien. Calcaire, calcaires dolomitiques et dolomies à Nummilites brongnarti. Extension probable submergée	14
			506	Lutétien supérieur : calcaires dolomitiques à Nummulites brongniarti, grès calcaires siliceux	6
			507	Tourbe	5
			507	Lutétien supérieur. Calcaires sableux et dolomitiques à Nummulites	13
			534	Lutétien supérieur (Biarritzien). Calcaires sableux et dolomitiques à Nummulites, sables siliceux	9
2129	**Eocène résiduel, Formation de Marlais**		1539	Eocène résiduel, Formation de Marlais	86
2130	**Yprésien-Pliocène indéterminé, argiles, sables, cailloutis**		1539	Yprésien-Pliocène indéterminé, argiles, sables, cailloutis	487
2131	**Yprésien supérieur (Cuisien), sables et grès siliceux, blocs de grès**		1539	Yprésien supérieur (Cuisien), sables et grès siliceux, blocs de grès	93
2132	**Yprésien, sapropel de l'Anse Rouge, argiles noires de la Sennetière et du Moulin-des-Penauds**		1539	Yprésien supérieur (Ilerdien), faciès sparnacien, argiles noires de la Sennetière et du Moulin-des-Penauds	94
			2327	Yprésien supérieur (Ilerdien supérieur), sapropel de l'Anse Rouge, argiles noires de la Sennetière et du Moulin-des-Penauds	57
			506	Ilerdien supérieur (faciès sparnacien) , sapropel de l'Anse Rouge	8
			507	Ilerdien supérieur (faciès sparnacien). Argiles noires de la Sennetière et du Moulin-des-Penauds	14
2134	**"Grès ladères", dalles indurées de grès siliceux réputés éocènes, souvant colluvionnées**		1539	Epandage et colluvions en dalles indurées de grès siliceux réputés éocènes	88
			2327	Eocène résiduel probable, "Grès ladères" en dalles ou en blocs épars	59
2150	**Crétacé supérieur probable, sables fins résiduels sur socle altéré**		1539	Sables fins résiduels sur socle altéré, Crétacé supérieur probable	502
2151	**Sénonien, sables fins blancs, sables à petits graviers, grés et meulières**		1539	Sénonien, sables fins blancs, sables à petits graviers	496
			2327	Sénonien, sables, grés et meulières	64
2152	**Sénonien, argiles et calcaires de Pont-Jaunay**		2327	Sénonien, argiles et calcaires de Pont-Jaunay	65
			560	Sénonien : argiles et calcaires de Pont-Jaunay	15
2155	**Crétacé supérieur, argiles à Terebratula cf. biplicata**		506	Crétacé supérieur : argiles à Terebratula cf, biplicata	9
2156	**Crétacé supérieur, calcaire fossilifère, bréchifié et silicifié, en filon neptunien dans le massif monzogranitique d'Avrillé**		2327	Crétacé supérieur, calcaire fossilifère, bréchifié et silicifié, en filon neptunien dans le massif monzogranitique d'Avrillé	438
2160	**Turonien, argiles noires, marnes glauconieuses, calcaires**		2327	Turonien, argiles noires, marnes glauconieuses, calcaires	67
2161	**Cénomanien-Turonien, argiles sableuses à végétaux, sables noirs, marnes, Calcaires de Touvois**		1539	Cénomanien-Turonien, sables fins noirs à végétaux, marnes, calcaires	497
			1539	Pliocène, recouvrement de cailloutis sur les séries cénomaniennes-turoniennes	503
			2327	Plio-Quaternaire probable, cailloutis et sables azoïques, reposant sur le Cénomanien-Turonien (argiles sableuses, sables noirs, marnes, Calcaires de Touvois)	43
			2327	Cénomanien-Turonien, argiles sableuses à végétaux, sables noirs, marnes, Calcaires de Touvois	68
2162	**Cénomanien supérieur, marnes et calcaires**		2327	Cénomanien supérieur, marnes et calcaires	71
2163	**Cénomanien moyen-supérieur indifférencié, argiles noires et sables, marnes et calcaires**		2327	Cénomanien moyen-supérieur indifférencié, argiles noires et sables, marnes et calcaires	70
2164	**Cénomanien moyen, argiles noires et sables**		2327	Cénomanien moyen, argiles noires et sables	72
2170	**Oxfordien supérieur (Rauracien), calcaires argileux feuilletés et marnes avec intercalation de minces bancs de calcaires bioclastiques, micritiques au sommet**		2327	Oxfordien supérieur (Rauracien), calcaires argileux feuilletés et marnes avec intercalation de minces bancs de calcaires bioclastiques, micritiques au sommet	73
			608	non déterminé, PLEISTOCENE	20
			608	Oxfordien supérieur (Rauracien) : calcaire bioclastique (sommet) et calcaire argileux, SECONDAIRE	22
			609	Calcaires argileux feuilletés et marnes avec intercalations de bancs minces de calcaires micritiques au sommet, Oxfordien supérieur (*Rauracien*)	13
2171	**Callovien supérieur, calcaires durs noduleux, calcaires feuilletés, marnes grises à fossiles pyriteux et calcaires argileux tendres, bleutés**		2327	Callovien supérieur, marnes grises à fossiles pyriteux et calcaires argileux tendres, bleutés	75
			2327	Callovien supérieur, calcaires durs noduleux et calcaires feuilletés	76
			608	Callovien supérieur : calcaire argileux et noduleux, SECONDAIRE	23
2172	**Callovien inférieur à moyen, calcaires gris argileux, marnes grises, calcaires marneux à oolithes ferrugineuses**		2327	Callovien inférieur à moyen, calcaires gris argileux, à filaments, Macrocephalites gracilis et Bullatimorphites bullatus, marnes grises	78
			2327	Callovien inférieur, calcaires marneux à oolithes ferrugineuses	80
			584	Jurassique : Marnes grises, calcaires argileux avec oolithes ferrugineuses (Callovien inférieur)	22
2173	**Bathonien, marnes et calcaires argileux, calcaires blanchâtres à spongiaires, calcaires conglomératiques**		2327	Bathonien, marnes et calcaires argileux (Bathonien inférieur: 10 m), calcaires blanchâtres à spongiaires (Bathonien moyen: 3,50m), calcaires conglomératiques (Bathonien supérieur : 1,60m)	83
			584	Jurassique : Calcaires , conglomératiques (Bathonien supérieur : 1,60m) ; Calcaires blanchâtres à Spongiaires (Bathonien moyen : 3,50m) ; Calcaires graveleux blanchâtres, marnes et calcaires argileux gris (Bathonien inférieur : 10m)	23

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2174	Bajocien, calcaires argileux et marnes (Bajocien inférieur-moyen), calcaires graveleux à spongiaires, parfois à silex (Bajocien supérieur) et faciès silicifiés		2327	Bajocien, calcaires argileux et marnes (Bajocien inférieur-moyen), calcaires graveleux à spongiaires, parfois à silex (Bajocien supérieur)	84
			2327	Bajocien, faciès silicifié	85
			584	Jurassique : Calcaires graveleux blanchâtres, calcaires gris à intercalations marno-calcaires (Bajocien supérieur : 18m) ; Calcaires argileux gris clair, marnes et conglomérats phosphatés (Bajocien inférieur et moyen : 4m)	24
2175	Aalénien, calcaires argileux gris bleuté, calcaires argileux et marnes bleu-noir à Catinula beaumonti		2327	Aalénien, calcaires argileux gris bleuté, calcaires argileux et marnes bleu-noir à Catinula beaumonti	87
			584	Lias : Calcaires argileux gris bleuté, calcaires argileux et marnes bleu-noir (Aalénien : 2,80m)	26
2176	Toarcien-Aalénien, marnes et calcaires argileux		2327	Toarcien-Aalénien, marnes et calcaires argileux	86
2177	Toarcien, marnes bleu-noir à ammonites et argiles feuilletées		2327	Toarcien, marnes bleu-noir à ammonites et argiles feuilletées	88
			584	Lias : Marnes bleues et argiles feuilletées (Toarcien : 18m)	27
2178	Pliensbachien, Formation de la Pierre Rousse, calcaires gréseux roux, calcarénites à entroques, calcaires crayeux, marnes et calcaires argileux roux à oolithes ferrugineuses		2327	Pliensbachien, formation de la Pierre Rousse, calcaires gréseux roux, calcarénites à entroques, calcaires crayeux, marnes	89
			2327	Pliensbachien inférieur, calcaires argileux roux à oolithes ferrugineuses, niveau graveleux	92
			584	Lias : Pliensbachien indifférencié	28
			584	Lias : Calcaires argileux bleutés et marnes, calcaires argileux à oolithes ferrugineuses (Domérien : 2,75m)	29
2179	Hettangien-Sinémurien, Formation du Calcaire jaune nankin, calcaires dolomitiques et oolitiques		2327	Hettangien-Sinémurien, Formation du Calcaire jaune nankin, calcaires dolomitiques et oolitiques	94
2180	Hettangien, argiles vertes et argiles rouges, calcaires dolomitiques jaune-brun, argiles et sables à empreintes de dinosaures		2327	Hettangien, argiles vertes et argiles rouges, calcaires dolomitiques jaune-brun, argiles et sables à empreintes de dinosaures	95
			584	Lias : Calcaires dolomitiques à passées dolomitiques et lumachelliques, Calcaires dolomitiques, dolomies argileuses ; argiles dolomitiques et sables feldspathiques, avec empreintes de Dinausores, argiles vertes et lie de vin (Hettangien : 4 à 11m)	31
2185	Jurassique indéterminé		608	Jurassique indéterminé, SECONDAIRE	21
2200	Filons de quartz et quartz minéralisé à tourmaline, muscovite, apatite	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Filons de quartz	470
			2327	Quartz	404
			2327	Quartz minéralisé à tourmaline, muscovite, apatite	405
			449	Roches intrusives : Filon de quartz	51
			480	Filons : Quartz	27
			506	Quartz	13
2202	Filons de pegmatite	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Filons de pegmatite	471
			2327	Pegmatites et granitoïdes (filons)	407
			506	Pegmatite	14
			584	Filons : Pegmatites	81
2204	Filons de lamprophyres	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Filons de lamprophyres	475
			2327	Lamprophyre riche en biotite ("minette")	411
			479	Lamprophyres	36
			560	Lamprophyre	39
			584	Filons : Lamprophyre de la Pointe-du-Payré (minette)	82
2208	Granite de Noirmoutier, leucogranite à deux micas	Massifs granitiques et filons varisques	2327	Granite de Noirmoutier, leucogranite à deux micas	181
			506	Granite massif à biotite à grain fin	10
2209	Gneiss et micaschistes injectés de granite	Massifs granitiques et filons varisques	2327	Gneiss et micaschistes injectés de granite	182
			506	Gneiss et micaschistes injecté de granite	20
2210	Granite de Guérande, leucogranite à muscovite et biotite, localement mylonitique	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Granite de Guérande, leucogranite à muscovite et biotite	370
			1539	Granite de Guérande, faciès mylonitique feuilleté	371
			1539	Réseau hydrologique	999
			449	Roches intrusives : Leucogranite à biotite et muscovite en massif de type Guérande nord	49
			449	Roches intrusives : Leucogranite à biotite et muscovite en feuillets de type Guérande sud et Piriac	50
			479	Leucogranite de Guérande, feuilleté à deux micas	34
			480	Roches éruptives : Leucogranite de Guérande, à gros grain, à deux micas	19
2211	Massif de Sainte-Anne-d'Auray, granite à biotite, muscovite subordonnée	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Massif de Carnac, monzogranite à biotite et muscovite	372
			1539	Massif de Sainte-Anne-d'Auray, granite d'anatexie à biotite	373
			449	Roches intrusives : Granite à biotite et muscovite calco-alcalins, type Herbignac-Férel	48
2212	Massif de Saint-Père-en-Retz, granite à biotite	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Massif de Saint-Père-en-Retz, granite d'anatexie à biotite	374
			1539	Massif de Saint-Père-en-Retz, granite de Frossay, faciès alcalin à biotite	377
			479	Migmatites indifférenciées (rochers découvrants)	20
			479	Granites anatectiques	32
			480	Roches éruptives : Granite massif à biotite, à grain fin	20
2213	Massif de Saint-Père-en-Retz, migmatites	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Massif de Saint-Père-en-Retz, diatexites	375
			1539	Massif de Saint-Père-en-Retz, métatexites	376
			479	Gneiss diatexitiques	29
			479	Gneiss nébulitiques	31
			479	Granites anatectiques	32
			480	Terrains métamorphiques : Migmatites : Métatexite plissotée du Pointeau	43

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2214	Amas granitoïdes et pegmatoïdes injectés dans les migmatites de la Fm. de Muzillac et le granite de Saint-Père-en-Retz	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Massif de Saint-Père-en-Retz, amas granitoïdes et pegmatoïdes diffus	378
			1539	Formation de Muzillac, paragneiss migmatitiques injectés de granitoïdes et pegmatoïdes	404
			1539	Formation de Muzillac, migmatites, gneiss injectés de granite	412
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'anticlinal de Comouaille : Série d'Arzal : Gneiss migmatitique silico-alumineux (gneiss du Broël) à exudats granitiques et pegmatitiques	36
			479	masses pegmatoïdes	30
2215	Massifs de l'Ortay et du Bignon, granite à biotite et muscovite	Massifs granitiques et filons varisques	1539	Massifs de l'Ortay et du Bignon, granite à biotite et muscovite	430
2216	Granite de Legé, à biotite (335 ± 12 Ma)	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	1539	Massif de La Roche-sur-Yon, Granite de Legé, faciès à grain moyen, à biotite	509
			1539	Massif de La Roche-sur-Yon, Granite de Legé, faciès porphyroïde, à biotite	510
			1539	Massif de La Roche-sur-Yon, Granite de Legé, faciès leucocrate à muscovite	511
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Massif de Legé, monzogranite porphyroïde à biotite	199
2217	Pegmatites et aplito-pegmatites (filons)	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, pegmatites et aplito-pegmatites (filons)	186
2218	Microgranite porphyrique à deux micas, à faciès de rhyolite (filons)	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, microgranite porphyrique à deux micas, à faciès de rhyolite (filons)	414
2219	Microgranite de Saint-Vincent-sur-Graon, porphyrique, à biotite (filon)	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Microgranite de Saint-Vincent-sur-Graon, porphyrique, à biotite (filon)	429
2220	Leucogranite à grain fin-moyen, à muscovite	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, leucogranite à grain fin-moyen, à muscovite seule	187
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, leucogranite à grain fin-moyen, à muscovite et tourmaline	188
2221	Leucogranites divers, non différenciés, à biotite et fréquente muscovite	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, leucogranites divers, non différenciés à biotite et fréquente muscovite	189
2222	Granite à grain moyen, à deux micas (âge U-Th-Pb, 328 ± 5 Ma)	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, leucogranite à grain fin, à biotite et muscovite	190
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, greisen	191
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, granite à grain moyen, à deux micas (âge U-Th-Pb, 328 ± 5 Ma)	192
2223	Massifs de Mouilleron-le-Captif, de Bournezeau et de La Mènerie, granite porphyroïde à deux micas	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, massifs de Mouilleron-le-Captif, de Bournezeau et de La Mènerie, granite porphyroïde à deux micas	193
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Massif de Bournezeau, granite porphyroïde à muscovite secondaire dominante	194
2224	Granite hétérogène, à biotite, fréquente muscovite et parfois sillimanite, à filons et bouffées d'aplite et/ou de pegmatite, enclaves de métasédiments	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, granite hétérogène, à biotite, fréquente muscovite et parfois sillimanite, à filons et bouffées d'aplite et/ou de pegmatite, enclaves de métasédiments	195
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, enclaves d'amphibolo-pyroxénite rubanée	196
2225	Massif d'Aizenay et de Sainte-Flaive-des-Loups/Le Tablier, monzogranite à biotite, localement porphyroïde (âge U-Th-Pb, 335 ± 5 Ma)	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, monzogranite à grain fin à moyen, à biotite (âge U-Th-Pb, 329 ± 6 Ma)	197
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Massifs d'Aizenay et de Sainte-Flaive-des-Loups/Le Tablier, monzogranite porphyroïde à biotite (âge U-Th-Pb, 335 ± 5 Ma)	201
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, enclaves de mélasyénite quartzifère à biotite et amphibole	202
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, enclaves de leptynite à muscovite et grenat	204
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, enclaves d'orthogneiss à deux micas	418
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, granite à grain fin-moyen à deux micas ou muscovite seule	427
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Massif de Sainte-Flaive-des-Loups/Le Tablier, monzogranite recoupé par de nombreux filons de leucogranite aplitique à muscovite	444
2226	Monzogranite du Logis-de-la-Cantinière, faciès porphyroïde à biotite, hydrothermalisé	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, monzogranite du Logis-de-la-Cantinière, faciès porphyroïde à biotite, hydrothermalisé	200
2227	Massif d'Avrillé, monzogranite porphyroïde à biotite (âge U-Th-Pb, 313+/-3 Ma)	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Massif d'Avrillé, monzogranite porphyroïde à biotite (âge U-Th-Pb, 313+/-3 Ma)	205
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Massif d'Avrillé, microgranite à biotite	426
2228	Granites leucocrates de La Sécherie et des Taffeneaux	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen	2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Granite de La Sécherie, à muscovite	178
			2327	Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen, Granite des Taffeneaux, à grain grossier, mylonitique	179
2251	Migmatites indifférenciées		479	Migmatites indifférenciées (rochers découvrants)	20
			479	Migmatites indifférenciées, extension probable submergée	21
2260	Schistes et grès grossiers, conglomérat quartzeux, pélites charbonneuses, charbon	Sillon houiller vendéen	1539	Sillon houiller vendéen, schistes et grès grossiers, conglomérat quartzeux, pélites charbonneuses, charbon (Westphalien-Stéphanien)	434
2270	Formation du Bourgneuf, grauwackes tufacées, pélites, microconglomérats	Unité de Chantonnay	1539	Formation du Bourgneuf, grauwackes tufacées, pélites, microconglomérats (Cambrien supérieur probable)	489
2300	Formation du Pellerin-Montaigu, orthogneiss oeillés et leptynites	Unité de Paimboeuf-Montaigu	1539	Formation du Pellerin-Montaigu, orthogneiss oeillés leucocrates et gneiss feuilletés à muscovite	397
			1539	Formation du Pellerin-Montaigu, orthogneiss oeillés à muscovite et biotite	398
			1539	Formation du Pellerin-Montaigu, leptynites et gneiss anatectiques	399
2301	Formation de Montaigu, amphibolites massives	Unité de Paimboeuf-Montaigu	1539	Formation de Montaigu, amphibolites massives	437
2302	Péridotites et serpentinites		1539	Péridotites et serpentinites	465
2303	Formation de Paimboeuf, gneiss leptynitiques à sillimanite	Unité de Paimboeuf-Montaigu	1539	Formation de Paimboeuf, gneiss leptynitiques à sillimanite	436
			480	Terrains métamorphiques : Migmatites : Complexe leptyno-amphibolitique de Paimboeuf	44
2304	Formation de Saint-Paul-en-Pareds, micaschistes à biotite et grenat	Unité de Paimboeuf-Montaigu	1539	Formation de Saint-Paul-en-Pareds, micaschistes à biotite et grenat	435
2320	Formation du Morbihan, gneiss migmatitiques à sillimanite et cordiérite	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Formation du Morbihan, gneiss migmatitiques à sillimanite et cordiérite	402
			479	Gneiss à cordiérite et sillimanite (Morbihannites)	24
			480	Terrains métamorphiques : Ectinites : Micaschistes et gneiss à sillimanite du Rocher Flamant et de Saint-Père-en-Retz	37
2321	Formation de Muzillac, paragneiss migmatitiques silico-alumineux	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Formation de Muzillac, paragneiss migmatitiques silico-alumineux	403
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'anticlinal de Comouaille : Série d'Arzal : Gneiss migmatitique silico-alumineux (gneiss du Broël)	35

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2322	Formation de Muzillac, migmatites de Saint-Nazaire	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Alluvions récentes et actuelles sur les gneiss métatectiques de la Formation de Muzillac	36
			1539	Formation de Muzillac, migmatites de Saint-Nazaire, gneiss métatectiques à biotite et sillimanite	405
			1539	Formation de Muzillac, migmatites de Saint-Nazaire, anatexites	406
			479	Migmatites indifférenciées (rochers découvrants)	20
			479	Gneiss métatectiques à biotite et sillimanite	22
			479	Gneiss métatectiques à biotite et sillimanite, extension probable sous la ville de Saint-Nazaire	23
			480	Terrains métamorphiques : Migmatites : Gneiss métatectiques à biotite et sillimanite avec complexe basique (Le Greix, Mindin)	45
2323	Formation de Muzillac, orthogneiss oeillés	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Formation de Muzillac, gneiss à yeux centimétriques monocristallins de microcline	407
			1539	Formation de Muzillac, gneiss oeillés et leptynites migmatitiques de Saint-Brévin-l'Océan	411
			479	Migmatites indifférenciées (rochers découvrants)	20
			479	Gneiss porphyroïdes	25
			480	Terrains métamorphiques : Migmatites : Gneiss oeillé et leptynite de Saint-Brévin-l'Océan	41
2324	Formation de Muzillac, gneiss leptynitiques à sillimanite	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Formation de Muzillac, gneiss leptynitiques à sillimanite	408
			1539	Formation de Muzillac, gneiss migmatitiques à sillimanite de Saint-Brévin-les-Pins	410
			480	Terrains métamorphiques : Migmatites : Gneiss à sillimanite de Saint-Brévin-les-Pins	40
2325	Formation de Muzillac, gneiss siliceux	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Formation de Muzillac, gneiss siliceux de l'Estunière	409
2326	Formation de Muzillac, amphibolites, amphibolo-pyroxénites, gneiss à pyroxène et amphibole	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Formation de Muzillac, amphibolites, amphibolo-pyroxénites	413
			1539	Formation de Muzillac, pyroxénites, gneiss à pyroxène et amphibole	415
			479	Amphibolites	26
			480	Terrains métamorphiques : Amphibolite	42
2327	Formation de Muzillac, calcaires métamorphiques	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	1539	Formation de Muzillac, calcaires métamorphiques	414
			479	Calcaires cristallins	28
2340	Formation de Bois-de-Céné, micaschistes et gneiss albitiques à muscovite, biotite verte, chlorite, chloritoïde, glaucophane, grenat et épidote	Unité de Groix-Bois-de-Céné	1539	Formation du Bois-de-Céné, micaschistes et gneiss albitiques à muscovite, biotite verte, chlorite, chloritoïde, glaucophane, grenat et épidote	438
			1539	Formation du Bois-de-Céné, glaucophanites	440
			2327	Formation de Bois-de-Céné, micaschistes et gneiss albitiques à muscovite, biotite verte, chlorite, chloritoïde, glaucophane, grenat et épidote	289
			2327	Formation de Bois-de-Céné, glaucophanite	291
			2327	Formation de Bois-de-Céné, métaphtanite	293
2342	Formation de Bois-de-Céné, amphibolites et prasinites	Unité de Groix-Bois-de-Céné	1539	Formation du Bois-de-Céné, amphibolites et prasinites	439
			2327	Formation de Bois-de-Céné, amphibolites et prasinites	290
2343	Formation de Bois-de-Céné, serpentinites	Unité de Groix-Bois-de-Céné	1539	Formation du Bois-de-Céné, serpentinites	441
			2327	Formation de Bois-de-Céné, serpentinite	292
2400	Formation de la Vilaine, micaschistes à muscovite, biotite, chlorite	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation du Moustoir, amphibolites	380
			1539	Formation de la Vilaine, micaschistes indifférenciés à muscovite et chlorite	384
			1539	Formation de la Vilaine, micaschistes à ocelles d'albite, muscovite, chlorite et grenat en reliques	386
			1539	Formation de la Vilaine, micaschistes à ocelles d'albite, muscovite, chlorite	387
			1539	Formation de la Vilaine, micaschistes à muscovite, chlorite, grenat avec chloritoïde secondaire	388
			1539	Formation de la Vilaine, micaschistes à muscovite et chlorite primaires, avec biotite, grenat et staurotide secondaires	389
			1539	Formation de la Vilaine, Micaschistes de Camoël	391
			1539	Formation de la Vilaine, Micaschistes de Camoël imprégnés de feuillets granitiques	392
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'estuaire de la Vilaine : Micaschistes indifférenciées à muscovite et chlorite	20
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'estuaire de la Vilaine : Micaschistes à muscovite, chlorite, albite, avec résidus de grenat	22
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'estuaire de la Vilaine : Micaschistes à muscovite, chlorite et albite	23
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'estuaire de la Vilaine : Micaschistes à muscovite, chlorite, grenat avec chloritoïde secondaire	24
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'estuaire de la Vilaine : Micaschiste à muscovite et chlorite primaires, avec biotite, grenat et staurotide secondaires	25
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'anticlinal de Comouaille : Micaschistes à biotite et muscovite (micaschistes de Camoël)	30
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'anticlinal de Comouaille : Micaschistes à biotite et muscovite (micaschistes de Camoël) imprégnés de feuillets granitiques	31
2401	Formation de la Vilaine, quartzites graphitiques	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de la Vilaine, quartzites graphitiques	382
			449	Roches métamorphiques : Groupe de Belle-Ile : Quartzites graphitiques	18
2402	Formation de la Vilaine, quartzites à séricite	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de la Vilaine, quartzites à séricite	383
2403	Orthogneiss de Pénestin, orthogneiss oeillé	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Orthogneiss de Pénestin, orthogneiss oeillé	401
			449	Roches métamorphiques : Groupe de l'estuaire de la Vilaine : Gneiss de Pénestin à biotite secondaire	29

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2404	Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine, méta-rhyolites	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine, méta-rhyolites et méta-arkoses à muscovite	443
			1539	Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine mylonitisée	444
			479	Schistes satinés	15
			479	Porphyroïdes	16
			480	Terrains métamorphiques : Ectinites : Porphyroïdes de Saint-Michel-Chef-Chef	29
			506	Rhyolites et méta-arkoses à muscovite ("Porphyroïdes" et schistes satinés) à niveaux ampéliteux	15
			506	Rhyolites et méta-arkoses à muscovite ("Porphyroïdes" et schistes satinés) porphyroïde mylonitisée	16
			507	Rhyolites et méta-arkoses à muscovite ("Porphyroïdes")	17
			507	Grès blanc à muscovite	18
2405	Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine, phtanites	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine, phtanites	446
			479	Microquartzites graphitiques	19
			507	Phanite	19
2406	Formation de Saint-Gilles, micaschistes à muscovite, biotite subordonnée	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de Saint-Gilles, micaschistes satinés à muscovite	448
			1539	Formation de Saint-Gilles, micaschistes à biotite et muscovite	449
			507	Micaschistes à muscovite, albitique ou non, avec ou sans grenat, "Schistes de St-Gilles"	20
2407	Formation de Pornic, micaschistes et gneiss à albite, à biotite et muscovite, passées graphiteuses et phtanitiques	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de Pornic, micaschistes et gneiss à albite, à biotite et muscovite, passées graphiteuses et phtanitiques	453
			480	Terrains métamorphiques : Ectinites : Micaschistes à deux micas (avec minéraux de métamorphisme) (Schistes de Saint-Gilles p.p.)	34
			506	Micaschistes à deux micas (Schistres de St-Gilles p,p)	18
			507	Micaschistes albitiques à deux micas (ou muscovite et biotite chloritisée), "Schistes de St-Gilles"	21
2408	Fms. de Sainte-Pazanne et de Port-Saint-Père, micaschistes et gneiss à albite	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de Sainte-Pazanne, micaschistes et gneiss fins à albite	454
			1539	Formation de Port-Saint-Père, micaschistes et gneiss plagioclasiques	455
2409	Formation de Saint-Hilaire, micaschistes et gneiss à albite, à lentilles graphiteuses et phtanitiques	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de Saint-Hilaire, micaschistes et gneiss à albite, à lentilles graphiteuses et phtanitiques	456
2410	Formation de Saint-Hilaire, amphibolites	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de Saint-Hilaire, amphibolites	458
2411	Formation de Saint-Michel, micaschistes et gneiss fins micacés à phtanites et ampélites	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de Saint-Michel, méta-grès blanc micacés de la Source	450
			1539	Formation de Saint-Michel, phtanites	451
			1539	Formation de Saint-Michel, schistes ampélitiques	452
			1539	Formation de Saint-Michel, micaschistes et gneiss fins micacés à phtanites et ampélites	512
			479	Schistes satinés	15
			479	Micaschistes	17
			480	Terrains métamorphiques : Ectinites : Schistes satinés et micaschistes à muscovite (schistes de Saint-Gilles p.p.)	30
			480	Terrains métamorphiques : Grès blanc micacé de la Source et de la Roberdière	31
			480	Terrains métamorphiques : Phtanite	32
			506	Micaschistes à muscovite (schistes de St-Gilles p,p)	17
2412	Gneiss diatexiques du Pilier	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	2327	Gneiss diatexiques du Pilier	285
			506	Gneiss diatéxitiques du Pilier	21
2413	Micaschistes et gneiss micacés indifférenciés	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine, micaschistes et gneiss micacés indifférenciés	508
2414	Formation de l'Aiguillon et de Fenouiller, amphibolites prasinitiques, métatufs basiques, micaschistes	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	2327	Formation de l'Aiguillon et de Fenouiller, amphibolites prasinitiques, métatufs basiques, micaschistes	300
2415	Formation de l'Aiguillon et de Fenouiller, métarhyolites, métatufs acides, gneiss fins micacés	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	2327	Formation de l'Aiguillon et de Fenouiller, métarhyolites, métatufs acides, gneiss fins micacés	301
			560	Rhyolites du Petit Rocher	34
2416	Formation de Landevieille, schistes quartzo-micacés, schistes lités phtanitiques, métaphtanites litées	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	2327	Formation de Landevieille, schistes quartzo-micacés, schistes lités phtanitiques, métaphtanites litées	313
2417	Formation de Chauvé-l'Angle-Mervent, orthogneiss à deux micas	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	1539	Formation de Chauvé-l'Angle-Mervent, orthogneiss à deux micas	466
			506	Granite feuilleté à deux micas, microcline et albite	11
2420	Formation de Saint-Gilles, micaschistes finement feuilletés, gneiss fins micacés subordonnés	Unités de Saint-Gilles-La Vilaine et de La Roche-sur-Yon	2327	Formation de Saint-Gilles, micaschistes finement feuilletés, gneiss fins micacés subordonnés	302
			2327	Formation de Saint-Gilles, micaschistes à staurotide et grenat	305
			2327	Formation de Saint-Gilles, lentilles de calcaire métamorphique	306
			2327	Formation de Saint-Gilles, métaphtanites de La Ludovicière	307
			506	Micaschistes à Staurotide et grenat (le Cobe)	19
			560	lentilles calcaires	32
			560	Micaschistes et grès albitiques de Saint Gilles	35

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2421	Formation des porphyroïdes de La Sauzaie, gneiss micacés leucocrates à porphyroclastes de quartz rhyolitique et de feldspath, gneiss fins quartzeux micacés (âge U-Pb, 477 ± 7 Ma)	Unités de Saint-Gilles-La Vilaine et de La Roche-sur-Yon	2327	Formation des porphyroïdes de La Sauzaie, gneiss micacés leucocrates à porphyroclastes de quartz rhyolitique et de feldspath, gneiss fins quartzeux micacés (âge U-Pb, 477 ± 7 Ma)	294
			2327	Formation des porphyroïdes de La Sauzaie, micaschistes gris-bleuté, lustrés, à porphyroclastes de quartz rhyolitique et de feldspath (âge U-Pb, 481 ± 14 Ma)	295
			2327	Formation des porphyroïdes de La Sauzaie, micaschistes finement lités à rares petits clastes de quartz et de feldspath, exsudats de quartz laiteux	296
			560	Méta-rhyolites et méta-arkoses à muscovite ("porphyropïdes")	30
			560	Micaschistes à muscovite	31
2422	Formation de Saint-Gilles, gneiss fins micacés à lits leucocrates, micaschistes	Unités de Saint-Gilles-La Vilaine et de La Roche-sur-	2327	Formation de Saint-Gilles, gneiss fins micacés à lits leucocrates, micaschistes	303
2450	Formation des Roches, gneiss micacés gris-vert, à nombreux petits clastes de quartz et de feldspath plagioclase, micaschistes subordonnés (métatuffites, métagrauwackes probables)	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Formation des Roches, gneiss micacés gris-vert, à nombreux petits clastes de quartz et de feldspath plagioclase, micaschistes subordonnés (métatuffites, métagrauwackes probables)	419
2451	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, gneiss micacés à porphyroclastes de quartz rhyolitique et de feldspaths (Fk>>plagioclase) (âge U-Th-Pb, 486+/-6 Ma)	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, schistes et méta-argilites gréso-tufacées de Châteaulong	314
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, gneiss fins micacés et micaschistes à clastes millimétriques de quartz et de feldspath	315
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, gneiss micacés à porphyroclastes de quartz rhyolitique et de feldspaths (Fk>>plagioclase) (âge U-Th-Pb, 486+/-6 Ma)	316
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, gneiss micacés à porphyroclastes de quartz rhyolitique et de feldspaths - 1 - faciès gris sombre à noir	317
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, gneiss micacés à porphyroclastes de quartz rhyolitique et de feldspaths - 2 - faciès massif	318
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, métarhyolite mélanocrate, potassique, de Coëx (âge U-Pb, 483 ± 10 Ma)	319
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, métarhyolite potassique de La Roche-Henri	320
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, métarhyolite potassique du Pierrou	321
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, métarhyolite potassique du Pierrou - 1 - gneiss fins micacés à clastes de quartz et de feldspath	322
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, métarhyolite potassique de La Roblinière	421
			2327	Gneiss leptynitiques rhyolitiques du Plessis	432
			2327	Formation des porphyroïdes et des métarhyolites de La Chapelle-Hermier, micaschistes leucocrates très fins, à clastes infra-millimétriques de quartz assez fréquents (métacinérites probables)	433
2452	Méta-microgranite porphyrique, potassique, de La Maçonnière (âge U-Pb, 478 ± 14 Ma)	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Méta-microgranite porphyrique, potassique, de La Maçonnière (âge U-Pb, 478 ± 14 Ma)	323
2453	Microgranite et métarhyolite potassique de Brethomé, de Saint-Martin-de-Brem, du Moulin-de-Rétail et de Vairé	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Métarhyolite potassique de Brethomé, de Saint-Martin-de-Brem et du Moulin-de-Rétail	325
			2327	Microgranite et métarhyolite potassique de Vairé	326
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, métarhyolites, métatufs, méta-arkoses	353
			584	Roches éruptives : Microgranite de Saint-Martin-de-Brem	72
2454	Microgranite à biotite de La Mouzinière	Unités des Sables-d'Olonnes et de La Roche-sur-Yon	2327	Microgranite à biotite de La Mouzinière	327
2455	Métarhyolites de Talmont-Saint-Hilaire et de La Boustière	Unités des Sables-d'Olonnes et de La Roche-sur-Yon	2327	Métarhyolites de Talmont-Saint-Hilaire et de La Boustière	362
2456	Groupe de Nieul-le-Dolent, micaschistes, micaschistes quartzeux, métaquartzites, paragneiss, métaphtanites	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, micaschistes, micaschistes quartzeux, métaquartzites, paragneiss, localement anatectiques, à biotite, muscovite et parfois grenat, staurotide, sillimanite	330
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, métaphtanites, métaquartzites phtanitiques	331
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, métaquartzites à muscovite, métagrès quartzeux	332
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, métaquartzites tourmalinisés	333
2457	Groupe de Nieul-le-Dolent, micaschistes gris sombre à éclat métallique, schistes gris sombre, métaquartzites	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, métagrès micacé, métaquartzite	356
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, micaschistes gris sombre à éclat métallique, schistes gris sombre	420
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, micaschistes quartzeux et métaquartzites micacés subordonnés, gris-beige clair, finement lités	436
2458	Groupe de Nieul-le-Dolent, schistes, micaschistes gris-beige argenté, métagrès	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, schistes, micaschistes gris-beige argenté	358
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, niveaux riches en pyrite	359
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, métagrès à Cruziana furcifera et métaquartzites micacés (Ordovicien inférieur à moyen)	361
2459	Groupe de Nieul-le-Dolent, Formation de Champ-Saint-Père, schistes gris-beige à rosé, à rares bancs de métagrauwackes gris-vert à clastes de quartz	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, formation de Champ-Saint-Père, schistes gris-beige à rosé, à rares bancs de métagrauwackes gris-vert à clastes de quartz	434
2460	Groupe de Nieul-le-Dolent, Formation de Coëx, schistes quartzeux, quartzites micacés feuilletés, méta-argilites silteuses	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, Formation de Coëx, schistes quartzeux, quartzites micacés feuilletés, méta-argilites silteuses	329
2461	Groupe de Nieul-le-Dolent, Formation de Coëx, métaphtanites litées, métaquartzites gris, schistes quartzeux	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, Formation de Coëx, métaphtanites litées, métaquartzites gris, schistes quartzeux	328
2462	Groupe de Nieul-le-Dolent, méta-arkoses de Saint-Mathurin	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, méta-arkoses de Saint-Mathurin	363
2463	Groupe de Nieul-le-Dolent, schistes gris-bleu et rosés, lustrés, métagrès feldspathiques	Unité de La Roche-sur-Yon	2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, schistes beiges quartzeux, métaquartzites feuilletés micacés, métaphtanites en niveaux discontinus	335
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, schistes gris-bleu et rosés, lustrés, localement finement lités	336
			2327	Groupe de Nieul-le-Dolent, métagrès feldspathiques gris-verdâtre et schistes gris lustrés	338

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2470	Amphibolites massives, à grenat, prasinites	Unité des Essarts	1539	Unité des Essarts, amphibolites massives et prasinites	459
			1539	Unité des Essarts, amphibolites à grenats	460
2471	Eclogites	Unité des Essarts	1539	Unité des Essarts, éclogites	461
2472	Gneiss feuilletés, leptynitiques	Unité des Essarts	1539	Unité des Essarts, gneiss feuilletés	462
			1539	Unité des Essarts, gneiss leptynitiques	463
			1539	Unité des Essarts, gneiss injectés de granite	464
2473	Orthogneiss, micaschistes	Unité des Essarts	1539	Unité des Essarts, micaschistes	513
			1539	Unité des Essarts, orthogneiss	514
2480	Méta-arkoses, métarhyo-dacites du Marais-Girard	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, méta-arkoses, métarhyo-dacites du Marais-Girard	368
			584	Dévonien : Arkoses du Marais-Girard (Dévonien inférieur)	32
2481	Schistes rouges du Marais-Girard	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, schistes rouges du Marais-Girard	369
			584	Dévonien : Schistes rouges du Marais-Girard (Gédinnien ?)	33
2482	Méta-arkoses turbiditiques et schistes	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, méta-arkoses turbiditiques et schistes	370
			560	Viséen : Grès feldspathiques du "synclinal" (Brétignolles)	20
			584	Dévonien : Grès feldspathiques du "sunclinal" (Brétignolles) (Siluro-Dévonien)	34
2483	Schistes bariolés à nodules phosphatés, schistes rutilants à lentilles de métaphtanites (Tournaisien moyen-supérieur)	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, schistes bariolés à nodules phosphatés, schistes rutilants à lentilles de métaphtanites (Tournaisien moyen-supérieur)	371
			560	Tournaisien : Schistes rouges à Conodorites et Radiolaires	21
			584	Silurien : Schistes rouges (Ludlowien)	36
			584	Silurien : Microquartzites (Ludlowien)	38
2484	Série rythmique à radiolarites et schistes	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, série rythmique à radiolarites et schistes	374
			560	Série rythmique : radiolarites et schistes	24
2485	Métacalcaires dolomitiques, massifs, finement lités	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, métacalcaires dolomitiques, massifs, finement lités	375
			560	Wenlockein : calcaires dolomitiques	25
2486	Schistes ampélitiques à nodules phosphatés	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, schistes ampélitiques à nodules phosphatés	376
			560	Ampélites à nodules phosphatés, avec Acritarches et Chitinozoaires	26
2487	Métaphtanite à radiolaires de Sainte-Véronique	Unité de Brétignolles	2327	Unité de Brétignolles, métaphtanite à radiolaires de Sainte-Véronique	379
			560	Llandovérien : Phtanite à Radiolaires de Sainte-Véronique (Brétignolles)	29
2500	Schistes et micaschistes à muscovite, métagrès	Unité des Sables-d'Olonnes	2327	Unité des Sables-d'Olonne, schistes et micaschistes à muscovite	380
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, métagrès et métaquartzites micacés	381
			584	Terrains métamorphiques : Séricito-schistes et micaschistes à muscovite	51
2501	Micaschistes à grenat et blastes de biotite, métagrès micacés, micaschistes graphiteux et micaschistes à chloritoïde de Sauveterre et du Noir	Unité des Sables-d'Olonnes	2327	Unité des Sables-d'Olonne, micaschistes à grenat et blastes de biotite	382
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, métagrès micacés, roses, de La Pallotière, des Vallées et de La Dragoterie	383
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, micaschistes graphiteux de La Pallotière et de La Dragoterie	384
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, micaschistes à chloritoïde de Sauveterre et du Noir	389
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, marbres dolomitiques	390
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, amphibolites et pyroxénites des rochers du Noir	391
			584	Terrains métamorphiques : Micaschistes graphiteux de la Pallotière et de la Dragoterie	59
			584	Terrains métamorphiques : Micaschistes à chloritoïde de Sauveterre et du Noir	61
			584	Terrains métamorphiques : Calcaires dolomitiques de Sauveterre, du Noir, de Fontsouce, de Château-d'Olonne et de Caillola	62
2502	Micaschistes et paragneiss à grenat, disthène et staurotide	Unité des Sables-d'Olonnes	2327	Unité des Sables-d'Olonne, micaschistes et gneiss albitiques à deux micas et grenat	393
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, micaschistes et paragneiss à grenat, disthène et staurotide	395
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, gneiss et micaschistes à sillimanite	399
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, amphibolites de Bourgenay	400
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, gneiss oeillés de La Courmarin et de La Rudelière	401
			584	Terrains métamorphiques : Micaschistes et gneiss albitiques à deux micas et grenats (Rocher-de-l'Ane)	64
			584	Terrains métamorphiques : Micaschistes à deux micas, grenats et staurotide de la plage des Sables	65
			584	Terrains métamorphiques : Micaschistes et gneiss à grenats, disthène et staurotide (Chaillé, les Sables, le Puits-Rochais, Pointe-du-Payré)	66
			584	Terrains métamorphiques : Gneiss et micaschistes feldspathiques à disthène	67
			584	Terrains métamorphiques : Gneiss et micaschistes à Sillimanite (la Courmarin, le Rudelière)	70
			584	Terrains métamorphiques : Gneiss oeillé de la Courmarin et de la Rudelière (méta-conglomérats)	71
			584	Filons : Amphibolite	83
			584	Terrains métamorphiques : prasinites de la Maroterie et de la Doubletière	85

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2503	Métarhyolites d'Olonne	Unité des Sables-d'Olonnes	2327	Unité des Sables-d'Olonne, métarhyolites d'Olonne	385
2504	Métatufs basiques d'Olonne	Unité des Sables-d'Olonnes	2327	Unité des Sables-d'Olonne, métatufs basiques d'Olonne	386
2505	Métarhyolites et métatufs acides de Chardric et du Moulin-de-la-Salle	Unité des Sables-d'Olonnes	2327	Unité des Sables-d'Olonne, métarhyolites et métatufs acides de Chardric et du Moulin-de-la-Salle	387
			584	Terrains métamorphiques : Rhyolites et tufs acides de Chardric et du Moulin-de-la-Salle	57
2506	Orthogneiss	Unité des Sables-d'Olonnes	2327	Unité des Sables-d'Olonne, orthogneiss	402
			2327	Unité des Sables-d'Olonne, granite d'anatexie	403
			584	Terrains métamorphiques : Pyroxénite de la Mine	69
			584	Roches éruptives : Granite d'anatexie des Sables d'Olonne	78
			584	Roches éruptives : Orthogneiss des Sables-d'Olonne	79
2550	Orthogranodiorite de l'île d'Yeu	Unité de l'île d'Yeu	2327	Orthogranodiorite de l'île d'Yeu	422
2551	Orthosyénogranite de l'île d'Yeu (Protérozoïque supérieur)	Unité de l'île d'Yeu	2327	Orthosyénogranite de l'île d'Yeu (Protérozoïque supérieur)	423
2552	Orthogneiss oeillé de l'île d'Yeu	Unité de l'île d'Yeu	2327	Orthogneiss oeillé de l'île d'Yeu	424
2553	Paragneiss à biotite, staurotide, disthène, de l'île d'Yeu	Unité de l'île d'Yeu	2327	Paragneiss à biotite, staurotide, disthène, de l'île d'Yeu	425
2920	Substratum indifférencié			Non déterminé	

Annexe 4 : Unités litho-stratigraphiques du substratum

1. *Le Sillon houiller vendéen* : Cette unité forme une étroite lanière bordée de failles, qui se suit depuis les abords de Saint-Philbert-de-Bouaine au NW, jusqu'à Faymoreau au SE et sépare ainsi les unités de Chantonnay et du Marillet au Nord de celle des Essarts au Sud. Elle est essentiellement composée de séries détritiques terrigènes, très grossières, à passées charbonneuses d'âge namurien et stéphanien.

2. *Les Massifs granitiques et filons varisques* : Localisés dans la partie septentrionale du littoral des Pays-de-la-Loire, ils recoupent le socle métamorphique des unités de Saint-Gilles-La-Vilaine, de Saint-Nazaire/Saint Brévin et de Paimboeuf. Le principal de ces massifs correspond au granite de Guérande, un leucogranite à grain grossier, localement caractérisé par une foliation mylonitique. Les autres granites, ceux de Sainte-Anne d'Auray et de Saint-Père-en Retz, situés, respectivement, au Nord et au Sud de la Loire, correspondent à des granites anatectiques à biotite.

3. *Le Complexe granitique du Bas-Bocage vendéen* : Il forme une vaste entité qui recoupe les métasédiments des unités de Saint-Gilles-La-Vilaine et de la Roche-sur-Yon. Il comprend des massifs circonscrits de monzogranites porphyroïdes à biotite tel ceux d'Avrillé et d'Aizenay et des granites anatectiques hétérogènes emballant de fréquentes enclaves de métasédiments.

4. *L'Unité de Chantonnay* : Limitée sur son flanc nord par l'Unité de Paimboeuf-Montaigu et sur son flanc sud par l'Unité du Sillon houiller vendéen, elle constitue une vaste synforme dont l'axe, oblique par rapport aux accidents bordiers de l'unité, souligne le caractère décrochant dextre, de ces derniers. En effet, cette unité est impliquée dans une déformation polyphasée qui résulte d'un épisode de tectonique tangentielle suivi par un épisode de tectonique décrochante entre le CSA (Cisaillement sud-armoricain) et le Sillon houiller vendéen. Enfin, sur son flanc méridional, cette unité est localement surmontée en discordance stratigraphique par une relique de la couverture sédimentaire jurassique, préservée de l'érosion, probablement en raison de rejeux des failles du Sillon houiller. L'Unité de Chantonnay est constituée d'une puissante série épimétamorphique à dominante détritique et volcanoclastique, couronnée par un ensemble volcanique basique.

5. *L'Unité de Paimboeuf-Montaigu* : Limitée sur son flanc nord, par le CSA (Cisaillement su-armoricain) elle est, sur son flanc sud, en contact tectonique avec l'Unité de Chantonnay. Encaissant notamment le granite de Frossay, elle est principalement constituée de micaschistes et métagrauwackes à muscovite, biotite, grenat (Fm. de Saint-Paul-en-Pareds) associés à des intercalations d'amphibolites (métavolcanites basiques) et de leptynites. Enfin, aux environs de Montaigu affleure un orthogneiss à biotite (Fm. du Pellerin-Montaigu) d'âge inconnu.

6. *L'Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin :* Localisée dans la partie septentrionale du littoral des Pays-de-la-Loire, elle s'étend de part et d'autre de l'embouchure de la Loire. Elle est caractérisée par une anatexie crustale développée et de ce fait, est essentiellement constituée de migmatites (Fm. de Muzillac). Au sein de ces dernières sont localement identifiés des gneiss leptynitiques à sillimanite, des paragneiss migmatitiques silico-alumineux, des paragneiss siliceux, des orthogneiss oeillés, ainsi que, ponctuellement, des enclaves de calcaires métamorphiques, de pyroxénites et d'amphibolites. Enfin, des

paragneiss migmatitiques à sillimanite et cordiérite (Fm. du Morbihan) sont aussi cartographiés dans cette unité.

7. *L'Unité des Essarts* : Limitée sur son flanc nord par le Sillon houiller vendéen et sur son flanc méridional par un décro-chevauchement, elle est notamment caractérisée par des formations basiques (amphibolites) et ultrabasiques (serpentinites) comprenant des reliques de faciès métamorphique de type haute pression/moyenne température datés à 436+/-15Ma (faciès éclogitiques, 14 <P< 20 kb et 650<T<750°).

8. *L'Unité de Groix-Bois-de-Céné* : Elle apparaît localement en limite des départements de Loire Atlantique et de Vendée et chevauche l'Unité de Saint-Gilles/La Vilaine. Elle est constituée de micaschistes albitiques à chloritoïde et grenat, montrant des intercalations d'amphibolites, de prasinites et ponctuellement de glaucophanites et de serpentinites. Elle se singularise, principalement, par son faciès métamorphique de type "schistes bleus" (à glaucophane) témoin d'un métamorphisme de type HP-BT caractéristique d'une subduction océanique suivi d'une évolution rétrograde dans le faciès des schistes verts. Cette unité est considérée comme un équivalent sud oriental de l'Unité de Groix.

9. *L'Unité de La Roche-sur-Yon* : Sur son flanc nord soit elle est recoupée par l'orthogneiss de l'Angle (intrusion magmatique) soit elle est limité par le décro-chevauchement des Essarts. Sur son flanc sud soit elle est limitée par les Unités des Sables-d'Olonnes et de Brétignolles soit elle est surmontée par les formations sédimentaires jurassiques du Bassin d'Aquitaine. Enfin, en son cœur, elle est largement recoupée par les granites du Complexe du Bas-Bocage vendéen. L'Unité de La Roche-sur-Yon est principalement constituée par un ensemble de métasédiments comprenant des micaschistes plus ou moins quartzeux et des paragneiss micacés avec interstratifications de métaphtanites, des métagrauwackes, des métagrès (localement paléontologiquement datés de l'Ordovicien) et des schistes gris sombre, gris bleu et gris beige. Ces séries métasédimentaires sont localement recoupées par des métarhyolites (métarhyolite, mélanocrate de Coëx…..) et des méta-microgranites (méta-microgranite de La Maçonnière…..) géochronologiquement, datés de l'Ordovicien inférieur.

10. *L'Unité de Saint-Gilles-La Vilaine* : Elle a une extension remarquable tant au Sud qu'au Nord de la Loire. En Loire-atlantique elle est recoupée par le granite de Guérande et en Vendée par l'orthogneiss de L'Angle ; de plus dans cette région elle chevauche l'Unité de La Roche-sur-Yon et est recouverte, localement, par les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire. Cette unité, considérée comme allochtone, est impliquée dans une tectonique tangentielle qui se manifeste par une foliation subhorizontale et une intense linéation d'étirement, sauf sur son flanc nord où toutes les structures tendent à se verticaliser à l'approche du décro-chevauchement des Essarts. Elle est principalement caractérisée par une série de micaschistes et gneiss micacés porphyroclastiques qui correspondent à des méta-rhyolites, des méta-ignimbrites et des méta-tufs (Fm. des porphyroïdes de La Sauzaie) datés à 477+/-7 Ma (U-Pb sur zircons) (Ordovicien inférieur). Ces faciès acides volcanoclastiques passent latéralement à des méta-tuffites, des gneiss feldspathiques micacés et des micaschistes (Fms. de Saint-Gilles et de la Vilaine). Enfin, localement, cette unité comprend aussi des amphibolites (Formation de l'Aiguillon et du Fenouiller).

11. *L'Unité de Brétignolles* : Elle affleure uniquement sur l'estran de Brétignolles entre Marais-Girard et La Sauzaie. Les relations de cette unité avec les unités adjacentes de La Roche-sur-Yon et des Sables-d'Olonne ne sont pas connues. Elle est constituée d'une série sédimentaire épimétamorphique comprenant des méta-arkoses, des schistes rouges, des schistes ampélitiques à nodules phosphatés paléontologiquement

datés du Silurien, des métaphtanites à radiolaires, des métacalcaires dolomitiques et des schistes bariolés à nodules phospatés, datés paléontologiquement, du Tournaisien moyen-supérieur, âge par ailleurs inconnu dans la région. Elle a été interprétée comme soit une succession d'imbrications tectoniques chevauchant les unités avoisinantes soit comme un méga-olistostrome au sein de l'Unité de La Roche-sur-Yon.

12. *L'Unité des Sables-d'Olonnes* : Elle est cantonnée à la bordure littorale sud occidentale du département de Vendée. Sur son flanc nord elle semble passer progressivement aux séries épimétamorphiques de l'Unité de La Roche-sur-Yon par une intensification du métamorphisme qui rapidement atteint le faciès des amphibolites et localement l'anatexie. Cette unité comprend des termes paradérivés, micaschistes, paragneiss, marbres, au sein desquels, le long de l'estran de Sauveterre, s'observe une zonéographie métamorphique, avec du NE au SW des paragénèses progrades successives : faciès épizonaux à muscovite-chlorite ; faciès mésozonaux à chlorite-chloritoïde, puis biotite-chloritoïde-staurotide, puis biotite-grenat-staurotide et enfin, faciès mésozonaux profonds à biotite-grenat-disthène, puis biotite-grenat-sillimanite et biotite-sillimanite feldspath k. Les termes orthodérivés de cette unité sont constitués par un orthogneiss à biotite qui évolue localement vers un granite d'anatexie. Localement, elle est recoupée par des microgranites.

13. *L'Unité de l'île d'Yeu* : elle montre des séries comparables à celles des Sables-d'Olonne et comprend d'une part une formation de paragneiss et d'autre part différents types d'orthogneiss dont l'un, une orthogranosyénite, a été géochronologiquement daté du Protérozoïque supérieur. De plus, dans ces deux séries ont été identifiées des structures compatibles avec une tectonique ductile extensive, à vergence ouest, probablement associée à l'exhumation du dôme gneissique.

Annexe 5 : Regroupement et harmonisation des ensembles lithologiques du substratum (partie domaine MER)

Le Tableau présenté ci-dessous est consultable sur le portail GEOPAL.

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Unité litho-structurale	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2127	Eocène (Lutétien-Bartonien supposé)		1M	holocène : sables, limons	1
			1M	holocène : vases, limons	1
			1M	éocène moyen-supérieur : calcaires, grès, marnes	411
			2515	DT - Quaternaire : Non représenté (estuaires, lacs, fleuves, étangs, dépôts dunaires...)	1
			2515	Estran - Quaternaire : Non représenté (estuaires, lacs, fleuves, étangs, dépôts dunaires...)	33
			2515	Estran - Paléogène : Grès, sables, argiles, marnes, calcaires	34
			2515	DM - Eocène (Lutétien-Bartonien) : Calcaire à Nummulites, calcaires à Gypsinidae - Faciès sismique : Série litée avec réflecteurs basses fréquences	45
2133	Yprésien, sable jaune glauconieux à grands foraminifères, calcarénites gréseuses et glauconieuses ; Faciès sismique : faciès chaotique composé de réflecteurs de basses fréquences, faibles à très faibles amplitudes		2515	DM - Yprésien : Sable jaune glauconieux à grands foraminifères, calcarénites gréseuses et glauconieuses (échantillons n° 10 à 11) Faciès sismique : Faciès chaotique composé de réflecteurs de basses fréquences, faibles à très faibles amplitudes	47
2165	Jurassique-Crétacé, argiles, grès, calcaires, craies et marnes		1M	holocène : sables, limons	1
			1M	holocène : vases, limons	1
			1M	pléistocène supérieur, holocène : sables, cailloutis, vases	51
			1M	crétacé supérieur : craies, calcaires, marnes	831
			1M	jurassique : argiles, grès, calcaires	931
2206	Granite alcalin à muscovite et biotite et granite calco-alcalin à biotite ; Faciès sismique non réflectif (Carbonifère)	Massifs granitiques et filons varisques	2515	DT - Domaine varisque sud-armoricain - Carbonifère : Leucogranites, monzogranites	20
			2515	DT - Domaine varisque sud-armoricain - Unité du Pouldu - Ordovicien : Orthogneiss granitiques	24
			2515	Estran - Quaternaire : Non représenté (estuaires, lacs, fleuves, étangs, dépôts dunaires...)	33
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Carbonifère : Leucogranites, monzogranites	35
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Unité du Pouldu - Ordovicien : Orthogneiss granitiques	39
			2515	DM - Paléozoïque (Carbonifère) : Granite alcalin à muscovite et biotite et granite calco-alcalin à biotite Faciès sismique non réflectif	52
			2515	DM - Unité de noirmoutier - Paléozoïque (Ordovicien) : Orthogneiss granitiques supposés non imagé par la sismique réflexion marine	55
2207	Monzogranites, granodiorites	Massifs granitiques et filons varisques	1M	crétacé supérieur : craies, calcaires, marnes	831
			1M	dévonien moyen-supérieur : monzogranites, granodiorites	1531
2328	Gneiss : faciès sismique non réflectif (Briovérien-Cambrien)	Unité de Saint-Nazaire/Saint-Brévin	2515	DT - Quaternaire : Non représenté (estuaires, lacs, fleuves, étangs, dépôts dunaires...)	1
			2515	DT - Domaine varisque sud-armoricain - Unité du Morbihan - Néoprotérozoïque ? : Paragneiss, morbihannites, migmatites paradérivées et orthodérivées	28
			2515	Estran - Quaternaire : Non représenté (estuaires, lacs, fleuves, étangs, dépôts dunaires...)	33
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Carbonifère : Leucogranites, monzogranites	35
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Unité du Morbihan - Néoprotérozoïque ? : Paragneiss, morbihannites, migmatites paradérivées et orthodérivées	40
			2515	DM - Unité du Morbihan - Néoprotérozoïque-Paléozoïque (Briovérien-Cambrien) : Gneiss Faciès sismique non réflectif	56
2344	Micaschistes, glaucophanites, prasinites ; faciès sismique : Ensemble de réflecteurs de hautes fréquences, fortement inclinés sous une surface très réflective et chaotique (Cambro-ordovicien)	Unité de Groix-Bois-de-Céné	2515	DM - Unité de Groix-Céné - Paléozoïque (Cambro-Ordovicien) : Micaschistes, glaucophanites, prasinites Faciès sismique : Ensemble de réflecteurs de hautes fréquences, fortement inclinés sous une surface très réflective et chaotique	54
2418	Micaschistes, paragneiss, amphibolites	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	2515	DT - Domaine varisque sud-armoricain - Unité de Saint-Gilles / La Vilaine - Ordovicien : Micaschistes, paragneiss, amphibolites	21
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Unité de Saint-Gilles / La Vilaine - Ordovicien : Micaschistes, paragneiss, amphibolites	38
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Unité de Saint-Gilles / La Vilaine - Ordovicien : Métatuffites acides, méta-ignimbrites, métarhyolites	41
			2515	DM - Unité de Saint-Gilles, du Pouldu - Paléozoïque (Ordovicien-Dévonien inférieur) : Micaschistes, métasédiments, niveaux volcano-sédimentaires - Faciès sismique hétérogène, isotrope à peu réflectif	53
			2515	DM - Unité de Groix-Céné - Paléozoïque (Cambro-Ordovicien) : Micaschistes, glaucophanites, prasinites Faciès sismique : Ensemble de réflecteurs de hautes fréquences, fortement inclinés sous une surface très réflective et chaotique	54
2419	Orthogneiss granitiques supposés non imagé par la sismique réflexion marine (Ordovicien)	Unité de Saint-Gilles-La Vilaine	2515	DT - Quaternaire : Non représenté (estuaires, lacs, fleuves, étangs, dépôts dunaires...)	1
			2515	Estran - Quaternaire : Non représenté (estuaires, lacs, fleuves, étangs, dépôts dunaires...)	33
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Carbonifère : Leucogranites, monzogranites	35
			2515	Estran - Domaine varisque sud-armoricain - Unité du Pouldu - Ordovicien : Orthogneiss granitiques	39
			2515	DM - Paléozoïque (Carbonifère) : Granite alcalin à muscovite et biotite et granite calco-alcalin à biotite Faciès sismique non réflectif	52
			2515	DM - Unité de noirmoutier - Paléozoïque (Ordovicien) : Orthogneiss granitiques supposés non imagé par la sismique réflexion marine	55
2423	Porphyroïdes, métatuffites	Unités de Saint-Gilles-La Vilaine et de La Roche-sur-Yon	1M	holocène : sables, limons	1
			1M	ordovicien, silurien : porphyroïdes, métatuffites	1731
			1M	ordovicien, silurien : schistes, quartzites, ampélites, phtanites	1731
2424	Schistes verts, micaschistes, prasinites	Unités de Saint-Gilles-La Vilaine et de La Roche-sur-Yon	1M	holocène : sables, limons	1
			1M	holocène : vases, limons	1
			1M	ordovicien, silurien : schistes verts, micaschistes, prasinites	1721
			1M	ordovicien, silurien : porphyroïdes, métatuffites	1731
			1M	ordovicien, silurien : schistes verts, micaschistes, prasinites	1731
2464	Microgranites, granophyres	Unité de La Roche-sur-Yon	1M	paléozoïque : microgranites, granophyres	1821
			1M	briovérien, cambrien, ordovicien : micaschistes, paragneiss	2231
2488	Schistes, grès, wackes (Dévonien supérieur, Dinantien, 390-335 Ma)	Unité de Brétignolles	1M	dévonien supérieur, dinantien : schistes, grès, wackes	1511
			1M	ordovicien, silurien : schistes, quartzites, ampélites, phtanites	1731
			1M	briovérien, cambrien, ordovicien : micaschistes, paragneiss	2231
2507	Métagranitoïdes, orthogneiss	Unité des Sables-d'Olonnes	1M	holocène : sables, limons	1
			1M	éocène moyen-supérieur : calcaires, grès, marnes	411
			1M	crétacé supérieur : craies, calcaires, marnes	831
			1M	briovérien inférieur : métagranitoïdes, orthogneiss	2191
			1M	briovérien, cambrien, ordovicien : micaschistes, paragneiss	2221
2508	Micaschistes, paragneiss	Unité des Sables-d'Olonnes	1M	holocène : sables, limons	1
			1M	éocène moyen-supérieur : calcaires, grès, marnes	411
			1M	briovérien inférieur : métagranitoïdes, orthogneiss	2191
			1M	briovérien, cambrien, ordovicien : micaschistes, paragneiss	2231
2554	Métagranitoïdes, orthogneiss	Unité de l'île d'Yeu	1M	briovérien inférieur : métagranitoïdes, orthogneiss	2121
			1M	briovérien inférieur : métagranitoïdes, orthogneiss	2191

Annexe 6 : Regroupement et harmonisation des ensembles lithologiques des sédiments meubles Terre-Mer

Le Tableau présenté ci-dessous est consultable sur le portail GEOPAL.

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2001	Vases (> 20%)	506	75% de lutites	27
		507	Sédiments sous-marins et Estrans de la Baie de Bourgneuf. 50 à 75% de lutites	32
		534	Sédiments sous-marins et Estrans. 50 à 75 % de lutites	24
2005	Sables fins (> 50%)	506	sables fins et très fins	26
		507	Sédiments sous-marins et Estrans de la Baie de Bourgneuf. Sables fins et très fins	31
		560	Sédiments lithoclastiques (de 30 à 50% de calcaire). Sables fins et sablons	51
2006	Sables moyens et grossiers (> 50%)	1539	Réseau hydrologique	999
		506	sables grossiers	25
		608	Sables	2
2015	Cordon littoral ancien, sables, graviers et argiles	1539	Cordon littoral actuel, sables et galets	5
		1539	Cordon littoral flandrien, sables, argiles	6
		1539	Cordon littoral pléistocène, sables et graviers	7
		2327	Cordon littoral actuel, sables, graviers et galets	2
		2327	Pouliers de l'estuaire du Payré et de la Gâchère	3
		2327	Cordon littoral flandrien, sables, graviers, galets	8
		2327	Cordon littoral pléistocène, graviers, blocs et galets dans matrice sableuse	10
		449	Terrains sédimentaires : Cordon littoral actuel : sables et galets	1
		449	Terrains sédimentaires : Cordon littoral flandrien : sables, argiles	2
		449	Terrains sédimentaires : Cordon littoral pléistocène : sables et graviers	3
		479	Cordon littoral actuel, sables grossier et graviers, galets	2
		479	Cordon littoral flandrien, sable fin et grossier, graviers	3
		479	Flandrien submergé. Argile consolidée	4
		479	Cordon littoral actuel	41
		480	Terrains sédimentaires : Cordons littoraux sableux actuels	9
		480	Terrains sédimentaires : Alluvions marines anciennes (15m) : Sables et galets (quartz, phtanite)	14
		506	Alluvions marines anciennes : sables et galets	4
		560	Sables découvreant à marée basse	1
		584	Quaternaire : Sables découvrant à marée basse	2
		584	Quaternaire : Pouliers de l'estuaire du Payré et de la Gâchère	3
		608	Sable des plages	9
		608	Alluvions marines, plages et cordons littoraux flandriens, HOLOCENE	14
2016	Formations dunaires	1539	Formations dunaires	8
		2327	Formations dunaires	11
		2327	Réseau hydrographique	999
		449	Terrains sédimentaires : Formations dunaires	4
		479	Formations dunaires : sable fin recouvrant localement des paléosols noirs ou bruns	5
		480	Terrains sédimentaires : Dunes	12
		506	Dunes	2
		507	Sables dunaires récents et actuels	4
		507	Sables marins littoraux éolisés et remaniés, compris entre 0 et 15 mètres NGF	8
		534	Sables dunaires récents et actuels	4
		560	sables dunaires récents et actuelles	4
		584	Quaternaire : Dunes	4
		608	Dunes, HOLOCENE	11
2017	Alluvions marines argileuses, vases	1539	Alluvions marines, vases "bri"	3
		1539	Réseau hydrologique	999
		2327	Alluvions argileuses des slikkes et des shorres	4
		2327	Alluvions marines holocènes, argileuses, brunes, à Scrobiculaires (bri récent)	6
		2327	Alluvions marines holocènes, argileuses, bleues ou vertes, à Scrobiculaires (bri ancien)	7
		2327	Réseau hydrographique	999
		506	Flandrien : alluvions marines : "bri"	1
		507	Alluvions marines : vases "bri"	2
		534	Flandrien-alluvions marines : vases ("bri")	2
		560	Flandrien : alluvions marines : vases ("bri")	2
		584	Quaternaire : Alluvions marines : vases et vases sableuses (Flandrien)	5
		608	Alluvions argileuses des slikkes	7
		608	Alluvions argileuses des shorres	8
		608	Alluvions marines argileuses à Scrobiculaires, brunes (bri récent), HOLOCENE	12
		608	Alluvions marines argileuses à Scrobiculaires, bleues ou vertes (bri ancien), HOLOCENE	13
		609	Alluvions marines flandriennnes,>1,2m	2
		609	Alluvions marines flandriennnes,>1,2m	3
		609	Réseau hydrologique	999
2018	Tourbe et argiles grises, sables limoneux (Flandrien)	1539	Tourbe et argiles grises, sables limoneux, Flandrien	34
		1539	Tourbe sur formation lutétienne	35
		2327	Tourbe et argile grise, sables limoneux, Flandrien	23
		479	Alluvions modernes sur substrat non connu : tourbe et argile grise, sables limoneux. Intactes	7
		479	Alluvions modernes sur substrat non connu : tourbe et argile grise, sables limoneux. Exploitées ou ayant été exploité activement (tourbe, argiles, roseaux)	8
		479	Alluvions modernes sur Flandrien : tourbe et argile grise, sables limoneux. Exploitées ou ayant été exploité activement (tourbe, argiles, roseaux)	10
		480	Terrains sédimentaires : Tourbe	11
		507	Tourbe	5
		560	Tourbes (subboréal)	6
		584	Quaternaire : Tourbes holocènes - Tourbes des Générelles	8

Code GEOPAL	Description Carte Terre-Mer GEOPAL	Numéro de carte d'origine	Description origine	Code carte origine
2019	Alluvions fluviatiles, fluvio-lacustres, fluvio-marines (Graviers, sables, vases)	1539	Alluvions récentes et actuelles, colluvions de fond de vallon, Holocène	30
		1539	Alluvions fluvio-marines de l'estuaire de la Loire, vases et sables, Holocène	31
		1539	Levées sableuses des berges de la Loire, Holocène	32
		1539	Alluvions fluvio-lacustres de Grand-Lieu, vases et sables	33
		1539	Alluvions récentes et actuelles sur les gneiss métatectiques de la Formation de Muzillac	36
		1539	Alluvions de la basse terrasse, graviers, sables, Pléistocène supérieur	37
		1539	Alluvions de la moyenne terrasse, graviers, sables, argiles, Pléistocène moyen-supérieur	38
		1539	Alluvions des hautes terrasses, sables, graviers, Pléistocène	39
		1539	Réseau hydrologique	999
		2327	Alluvions fluviatiles, argiles limoneuses grisâtres et graviers polygéniques, Holocène à Actuel	16
		2327	Alluvions fluviatiles, sables et graviers argileux à galets polygéniques roulés, Pléistocène supérieur (Würm)	18
		2327	Alluvions fluviatiles, sables et graviers à galets polygéniques roulés, Pléistocène moyen-récent (Riss)	19
		2327	Alluvions fluviatiles, graviers et cailloutis polygéniques à matrice sablo-argileuse rubéfiée, Pléistocène moyen ancien (Mindel)	20
		2327	Alluvions fluviatiles, graviers à matrice argilo-limoneuse rubéfiée, Pléistocène inférieur récent (Günz)	21
		449	Terrains sédimentaires : Alluvions récentes : argiles bleues et sables gris	6
		449	Terrains sédimentaires : Alluvions anciennes : sables gris, argiles grises à débris végétaux	9
		449	Formations meubles : Sable fin et moyen (0,10 à 0,50 mm) sur Alluvions récentes : argiles bleues et sables gris	58
		480	Terrains sédimentaires : Alluvions fluviatiles modernes : limons et sables	6
		480	Terrains sédimentaires : Alluvions fluvio-marines de l'estuaire de la Loire : vase et sable (dans la zone des marées)	7
		480	Terrains sédimentaires : Levées sableuses des berges	10
		584	Quaternaire : Alluvions fluviatiles récentes : limons et sables remaniés	9
2020	Colluvions	1539	Colluvions indifférenciées	9
		1539	Colluvions dérivant des sables et galets pliocènes	12
		1539	Colluvions dérivant des Sables de Savenay	90
		1539	Lamprophyre de la Grande Touche	447
		2327	Colluvions indifférenciées, localement solifluées	12
		2327	Colluvions et alluvions des fonds de vallons, limons, limons caillouteux, limons sableux et graveleux, altérites remaniées et blocs	15
		480	Formations superficielles : Dépôts de versants : Colluvions, formations de solifluxion, limons et sables (Würm à Actuel)	3
		507	Terrains soliflués et colluvions (Würm à actuel)	6
2021	Allotérites	2327	Allotérites plus ou moins remaniées des dépôts jurassiques, argiles, argiles à silex et pisolites de fer	32
2022	Cailloutis et sables azoïques (Plio-Quaternaire probable)	1539	Pliocène, recouvrement de cailloutis sur les séries cénomaniennes-turoniennes	503
		1539	Pliocène, recouvrement de cailloutis sur les séries redoniennes	504
		2327	Plio-Quaternaire probable, cailloutis et sables azoïques, reposant sur le Cénomanien-Turonien (argiles sableuses, sables noirs, marnes, Calcaires de Touvois)	43
		2327	Plio-Quaternaire probable, cailloutis et sables azoïques reposant sur le Pliocène inférieur, Zancléen ("Redonien") (marnes sableuses fossilifères, sables coquillers)	44
2023	Argiles résiduelles (Plio-Quaternaire probable)	2327	1- Plio-Quaternaire probable, formation du Rondais, série résiduelle d'argiles bleues à gros galets de quartz	40
2024	Sable et grave sableuse à graviers (Pléistocène)	1539	Pliocène résiduel, sables	65
		1539	Pliocène, sables	67
		1539	Pliocène, grave sableuse à graviers quartzeux roulés prédominants	499
		1539	Pliocène résiduel sur socle	501
		2327	Pliocène, faciès sableux et gravelo-sableux	36
		2327	Pliocène supérieur-Tiglien, formation des "Sables des Essarts", sables et argiles silteuses à graviers roulés et galets abondants	439
		449	Terrains sédimentaires : Plio-quaternaire résiduel	10
		507	Pliocène marin. Faciès sableux et graveleux	10
2025	Sable et sable graveleux (Pléistocène)	1539	Pliocène, faciès riche en silex noirs et concrétions siliceuses sénoniennes	500
		2327	3 - Plio-Quaternaire, faciès sableux et gravelo-sableux riches en concrétions crétacées ("pierres cornues")	42
2026	Limons éoliens	1539	Limons éoliens	52
		1539	Formation complexe des plateaux, argiles, limons éoliens, graviers, cailloutis de quartz	492
		1539	Concentration d'éléments résiduels de quartz dans une matrice argileuse	493
		1539	Limon riche en sable fin	494
		1539	Limon sableux à galets de quartz	495
		1539	Limon sur sables et graviers plio-quaternaires	505
		2327	Limons éoliens	24
		2327	Limons sableux à galets de quartz	27
		2327	Concentration d'éléments résiduels de quartz dans une matrice argileuse	28
		2327	Formation complexe des plateaux, limons, cailloutis résiduels de quartz plus ou moins émoussés, altérites (argiles, arènes)	29
2050	Formations anthropiques, remblais	1539	Formations anthropiques, remblais	1
		1539	Formations anthropiques, remblais sur alluvions fluvio-marines de l'estuaire de la Loire	2
		2327	Formations anthropiques, remblais	1
		2327	Réseau hydrographique	999
		479	Dépôts anthropique (submergés), dépôts de démolition et décombres	1
		480	Formations superficielles : Remblais, dépôts anthropiques	1
		480	Formations superficielles : Remblais, dépôts anthropiques sur alluvions fluvio-marines de l'estuaire de la Loire	2
		534	Remblais	1
2900	Substratum (sub-)affleurant		Indéterminé	

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34 - **www.brgm.fr**

Service géologique régional "Pays-de-la-Loire"
1, rue des Saumonières
B.P. 92342
44323 - NANTES Cédex 3 –France
Tél. : 02 51 86 01 51 - **www.brgm.fr**