



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DES COTES-D'ARMOR

Plan de prévention des risques littoraux
et d'inondation (PPRL-i)
de la baie de Saint-Brieuc

Notes de synthèse
non techniques
des rapports
des phases 1-2-3

Dossier approuvé par arrêté préfectoral du 28 décembre 2016

Phase 1

« analyse préalable du site »

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES LITTORAUX ET D'INONDATION DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC



Note de synthèse du rapport de la phase 1 « Analyse préalable du site »

PREAMBULE

Contexte

La vulnérabilité d'une grande partie du littoral français s'illustre à travers des phénomènes tels que le recul du trait de côte, la submersion marine ou l'érosion des dunes. Ces processus directement liés à l'action marine peuvent être aggravés par les activités humaines. Le littoral constitue également une zone de forte fréquentation, ce qui se traduit par une urbanisation intensive de plus en plus proche de la mer et donc de plus en plus vulnérable aux risques liés à la mer.

Les bassins versants des cours d'eau sont par ailleurs épisodiquement le siège d'épisodes hydrologiques importants à l'origine d'inondations pouvant s'accompagner de dégâts humains et matériels importants.

En zone estuarienne, du fait des altitudes moyennes relativement faibles et l'interface entre les eaux marines et fluviales, le risque est accentué par la combinaison potentielle d'évènements maritimes et fluviaux exceptionnels.

Cadre méthodologique

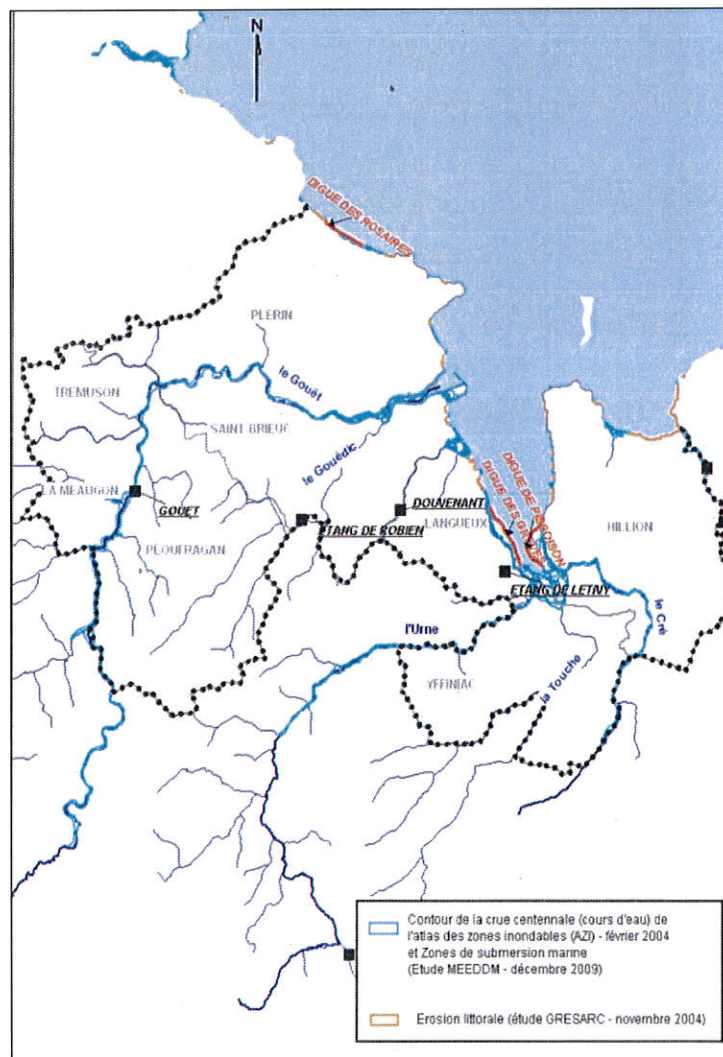
Les Plans de préventions des risques naturels prévisibles sont régis par le code de l'environnement. Les articles R 562-2 à R 562-10-2 précisent les procédures et dispositions relatives à l'élaboration des plans de préventions des risques naturels prévisibles.

PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

La baie de Saint-Brieuc est située en bordure de la Manche et forme une vaste échancrure sur la façade maritime du Nord de la Bretagne. Son littoral est constitué de deux côtes quasi-linéaires qui forment un angle droit. Il s'étend à partir de Saint-Brieuc vers l'archipel de Bréhat à l'Ouest et vers le Cap Fréhel à l'Est, distants d'une cinquantaine de kilomètres.

Le secteur d'étude s'étend sur environ 140 km² de Plérin à l'Ouest jusqu'à Hillion à l'Est. Ce PPRL-i concerne plus précisément les territoires des communes de :

- Saint-Brieuc, Plérin, Langueux, Yffiniac et Hillion pour la submersion marine et l'érosion littorale ;
- Saint-Brieuc, Plérin, La Méaugon, Trémuson et Ploufragan pour l'inondation par débordement du Gouet, communes situées à l'aval du barrage de St Barthélémy ;
- Saint-Brieuc pour l'inondation par débordement du Gouëdic ;
- Langueux, Yffiniac et Hillion pour l'inondation par débordement de l'Urne ;
- Yffiniac pour l'inondation par débordement du ruisseau de la Touche ;
- Hillion pour l'inondation par débordement des ruisseaux de la Touche et du Cré.



ANALYSE GEOMORPHOLOGIQUE DU SITE

Géomorphologie du littoral

Le littoral de **Plérin** est situé sur la côte Ouest de la Baie de Saint-Brieuc. Le territoire communal se compose d'un vaste plateau incliné en direction de l'Ouest, se terminant en bordure du domaine maritime par des falaises abruptes (comme c'est le cas à la pointe du Roselier par exemple). Ce plateau vallonné est coupé par la vallée encaissée du Gouët qui marque la séparation entre les communes de Plérin et de Saint-Brieuc.

En dehors des installations portuaires, le littoral de la commune de **Saint-Brieuc** est compris entre la pointe de Cesson et la Grève des Courses. Le trait de côte de la Grève du Valais est formé de falaises meubles soumises aux processus terrestres de glissements et d'éboulements.

Le littoral de la commune de **Langueux** correspond à la bordure Ouest de l'anse d'Yffiniac. L'extrémité Nord du littoral de cette commune est formée d'une succession de pointes rocheuses et de petites anses occupées par des falaises meubles. Les problèmes de saturation en eau de ces falaises sont présents. Le reste de la côte est bordé par une digue ancienne en avant de laquelle se trouve un schorre qui s'est développé dans toute la partie interne, très protégée, de l'anse d'Yffiniac.

La commune d'**Yffiniac** ne comprend qu'un très faible linéaire côtier entièrement bordé par des digues qui protègent des polders et des zones basses dont certaines parties peuvent être inondables si une crue du Gouët ne peut être évacuée lors d'une marée de vive-eau.

Hillion

La morphologie du littoral d'**Hillion** est très variée, le linéaire côtier de cette commune s'étendant le long du versant Est de l'anse d'Yffiniac, sur le pourtour de la presqu'île de Lermot jusqu'à l'embouchure du Gouessant. Les côtes basses en sédimentation sont présentes dans les parties les plus internes de l'anse d'Yffiniac où des digues anciennes protègent des zones poldérisées. Dans ce milieu très protégé, le haut estran est couvert par un vaste schorre. En remontant vers le Nord, des falaises rocheuses, couvertes de limons quaternaires, forment l'armature de la presqu'île de Lermot jusqu'à la plage de Bon Abri.

Evolution du trait de côte

Les photos aériennes historiques sont actuellement en cours de traitement pour positionner le trait de côte historique aux dates correspondant aux différentes prises de vues (analyse diachronique). Cette information permettra durant la suite de l'étude d'analyser l'évolution passée du trait de côte, et ainsi d'estimer les évolutions futures.

Morphologie des vallées

Le Gouët s'écoule sur environ 50 km de long. Il prend sa source à 255 m d'altitude et draine un bassin versant de 250 km² (source : Rapport Atlas de l'Arguenon au Trieux). Ce bassin versant est situé sur une série de vastes plateaux granitiques dont le relief est entaillé par des vallées profondes et sinueuses (les pentes peuvent atteindre 15 %).

Le ruisseau de l'Etang des Châtelets, le ruisseau de la Prée et le ruisseau du Château Billy se regroupent aux "Villes Moisan" pour former le **Gouëdic**. Le Gouëdic, de taille modeste, conflue avec le Gouët, à 1500 m de l'embouchure au port du Légué.

L'Urne, de direction générale Sud-Ouest à Nord-Est, constitue le second cours d'eau le plus important de la zone d'étude. En effet, la superficie de son bassin versant est de 60 km². L'Urne prend sa source sur le territoire de Saint-Carreuc à une altitude approximative de 220 m NGF (Rapport Atlas de l'Arguenon au Trieux).

Le Ruisseau de **la Touche** et le Ruisseau du **Cré** sont les deux cours d'eau situés sur la partie la plus à l'est de la zone d'étude. De taille modeste (bassin versant de 34 km² pour le Ruisseau de la Touche et de 24 km² pour le Ruisseau du Cré), ils confluent tous deux au niveau de l'anse d'Yffiniac.

ANALYSE HISTORIQUE

Evolution historique du site

Avant la Révolution : quelques indices d'une occupation ancienne du territoire

Sur l'ensemble du territoire étudié, l'occupation par l'homme est très ancienne. La mer fournit le sel et la marne aux habitants des grèves, des ressources minérales aux cultivateurs, mais également des ressources vivantes, végétales et animales (goémon, plantes marines, obione, poissons et coquillages) aux pêcheurs à pied, qui ont contribué à l'implantation permanente des populations sur ces rivages.

- Le Légué, un bon abri mais une absence d'équipements portuaires
- Des salines sur la grève, au fond de l'Anse d'Yffiniac
- Un premier projet d'assèchement de l'Anse d'Yffiniac
- Activité des communes rétro-littorales :

A La Méaugon, hameau qui dépendait d'un établissement monastique du haut Moyen-âge, les habitants vivent essentiellement de l'agriculture jusqu'au XVIII^{ème} siècle, période à partir de laquelle les premières carrières de pierres sont exploitées (source : PLU de la Méaugon).

A Trémuson, des anglais (partisans de Jacques II) sont les premiers à exploiter la mine de plomb argentifère. L'exploitation s'arrête avec la Révolution Française (Le Signet, 2012).

Après la Révolution : période des grands travaux maritimes

- Aménagement du port du Légué
- Création de liaisons entre les deux rives du Gouët
- Construction de digues au fond de l'Anse d'Yffiniac pour le développement du maraichage
- Un deuxième projet d'assèchement de l'Anse d'Yffiniac
- Une urbanisation peu développée en dehors de Saint-Brieuc

De la fin du XIX^{ème} jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle : équipements portuaires et ferroviaires, développement de l'activité économique

- Le Légué, aménagement des équipements portuaires
- Essor du tourisme balnéaire
- Les grèves de Langueux, Hillion et Yffiniac : une agriculture florissante
- Construction du barrage de Saint-Barthélémy

Depuis 1960 : Etalement urbain et mutation des activités économiques

- Etalement de l'urbanisation
- Perturbation du trafic du port du Légué et ouverture progressive à la plaisance
- Difficultés de l'agriculture face à la pression foncière
- Le troisième projet d'endiguement de l'Anse d'Yffiniac
- Construction du barrage de Saint-Barthélémy sur le Gouët

Evénements qui ont occasionné des dommages sur le secteur de la baie de Saint-Brieuc

Dates de l'évènement météo-marin	Localisation	Type de dommages (dégâts aux ouvrages, recul du trait de côte, submersion par débordement/ par paquet de mer,...)	Coeff. de marée (source : Shom)	Conditions de vent/ de houle (source: archives)	Surcote (source: archives)
Automne 1808	Le Légué	Dégradations d'ouvrages	-	-	-
10, 11 et 12 octobre 1809	Le Légué	Dégradations d'ouvrages	98 à 105	-	-
6 mars 1817	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion / rupture d'ouvrage	111 et 108	-	-
5 et 6 avril 1837	Le Légué	Dégradations d'ouvrages	105 à 107	Tempête	-
25 au 27 février 1838	Le Légué	Dégradations d'ouvrages Submersion / débordement	109 à 115	-	Hauteur extraordinaire
	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion			
Début 1864	Grèves et Anse d'Yffiniac	Dégradations d'ouvrages	-	-	-
27 février au 3 mars 1869	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion	81 à 114	-	1m33
	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages			
2 mars 1873	Le Légué	Dégradations d'ouvrages	108 et 103	-	-
21 mai 1880	Le Légué	Dégradations d'ouvrages	65 et 71	Grosse mer	-
30 mars 1892	Le Légué	Dégradations d'ouvrages	117 et 115	-	-
18 août 1892	Le Légué	Submersion / débordement	46 et 49	-	-
18 au 20 octobre 1906	Grèves et Anse d'Yffiniac	Dégradations d'ouvrages	105 à 110	-	-
28 octobre 1909	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages	103 et 108	Violente tempête	-
Début octobre 1913	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion / rupture d'ouvrage	-	-	-
9 janvier 1924	Le Légué	Dégradations d'ouvrages	97 et 94	-	-
2 au 5 avril 1931	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages	104 à 115	Tempêtes	-
Hiver 1931-1932	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages	-	Hiver pénible	-
Hiver 1937-1938	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages	-	Tempêtes	-
Début 1941	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages Recul du trait de côte	-	-	-
Début 1950	Littoral de Plérin	Recul du trait de côte	-	-	-
15 février 1957	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion / débordement	111 et 115	Temps calme	-
	Le Légué				
	Grèves et Anse d'Yffiniac				
1960	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion	-	Tempête	-
4 et 5 avril 1962	Littoral de Plérin	Submersion / paquets de mer	107 à 117	Tempête	-
		Dégradations d'ouvrages Recul du trait de côte			
Fin 1964	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages	-	Tempêtes	-
1er et 2 novembre 1967	Littoral de Plérin	Submersion	103 à 110	Vents d'W et NW de 120 à 140 km/h, Vagues de 20m	30 à 40 cm
11 février 1974	Grève et Anse d'Yffiniac	Submersion / débordement	93 et 86	Pluies, marée et tempête conjuguées	-
	Le Légué				
	Grève et Anse d'Yffiniac				
11 janvier 1978	Littoral de Plérin	Submersion / rupture d'ouvrage	108 et 106	Tempête de N à NE	-
	Anse d'Yffiniac	Submersion			
29 mars 1979	Littoral de Plérin	Submersion / paquets de mer	114 et 114	Tempête	-

Dates de l'évènement météo-marin	Localisation	Type de dommages (dégâts aux ouvrages, recul du trait de côte, submersion par débordement/ par paquet de mer,...)	Coeff. de marée (source : Shom)	Conditions de vent/ de houle (source: archives)	Surcote (source: archives)
		Dégradations d'ouvrages			
27 février 1990	Littoral de Plérin	Submersion Dégradations d'ouvrages	107 et 107	Tempête violente	Mer poussée par le vent
17 octobre 1993	Littoral de Plérin	Dégradations d'ouvrages	112 et 110	Vent violent de NE	-
19 et 20 février 1996	Littoral de Plérin	Submersion / paquets de mer	108 à 113	Vent de N à NE à plus de 120 km/h	
	Le Légué	Dégradations d'ouvrages Recul du trait de côte			
26 au 29 décembre 1999	Littoral de Plérin	Submersion	54 à 94	Tempête	-
28 février 2010	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion / débordement	102 et 108	Tempête, marée et pluies conjuguées	-
	Le Légué				
	Littoral de Plérin	Submersion / débordement Dégradations d'ouvrages			
	Grèves et Anse d'Yffiniac	Submersion / débordement			

Répartition saisonnière des évènements météo-marins qui ont occasionné des dommages

- La majorité des évènements dommageables se sont produits en hiver ;
- Plus des ¾ des évènements dommageables se sont produits en automne et en hiver.

Evènements météorologiques ayant occasionné des dommages dans les bassins versants

Date de l'évènement météorologique	Localisation	Type de dommages (Inondations ou ruissellement)	Coeff. de marée (source : Shom)	Conditions de pluviométrie (source: archives)
18 et 19 août 1773	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues 14 morts	88 à 98	Violent orage
	BV du Gouët			
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
Fin juin 1850	BV du Gouët	Inondations	-	-
2 et 3 février 1855	BV de l' Anse d'Yffiniac	Inondations	75 à 80	Pluies diluviennes
7 et 8 janvier 1877	BV de l' Anse d'Yffiniac	Inondations	46 à 55	Pluies torrentielles
8 et 9 septembre 1880	BV du Gouët	Inondations	80 à 93	-
8, 9, 10, 22 et 23 octobre 1880	BV du Gouët	Inondations	55 à 88	Pluies torrentielles
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
16 juin 1885	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	99 et 94	Pluies torrentielles
29 novembre 1910	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	68 et 70	Tempête avec pluies discontinues
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
16 septembre 1929	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues	59 et 65	Violent orage Pluies continues
	BV du Gouët			
28 et 29 novembre 1930	BV du Gouët	Inondations	33 et 34	Grandes pluies
11 septembre 1933	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	44 et 37	Terrible orage
Hiver 1935-1936	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	-	Pluies prolongées
13 et 14 décembre 1964	BV du Gouët	Inondations	41 à 49	Pluie
9 juillet 1971	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	83 et 86	Orage
13 février 1972	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	68 et 72	Tempête, Précipitations

Date de l'évènement météorologique	Localisation	Type de dommages (Inondations ou ruissellement)	Coeff. de marée (source : Shom)	Conditions de pluviométrie (source: archives)
				abondantes
04/07/73	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues 3 morts	94 et 89	Orage d'intensité exceptionnelle
	BV du Gouët			
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
8 septembre 1973	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	38 et 44	Orage
11 février 1974	BV de l' Anse d'Yffiniac	Inondations avec concomitance marée	93 et 86	Pluies, marée et tempête conjuguées
	BV du Gouët			
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
6 juillet 1977	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues	77 et 71	Orage
	BV du Gouët			
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
10 janvier 1982	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues	100 et 102	Fonte de neiges et pluies continues
	BV du Gouët			
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
14 et 23 juillet 1982	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues	52 à 101	-
21 août 1984	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues	34	Pluie
	BV du Gouët			
20 mai 1986	BV de l' Anse d'Yffiniac	Ruissellement, coulées de boues	59 et 66	Fortes pluies
1er au 4 février 1988	BV du Gouët	Inondations	64 et 82	-
Février 1990	BV du Gouët	Inondations	-	22m3/s
Janvier 1995	BV du Gouët	Inondations	-	27m3/s
	BV de l' Anse d'Yffiniac			6m3/s
5 août 1995	BV du Gouët	Ruissellement, coulées de boues	53 et 52	-
26 au 29 décembre 1999	BV de l' Anse d'Yffiniac	Inondations avec concomitance marée	54 à 94	Tempête 28 m3/s
	BV du Gouët			7m3/s
Décembre 2000	BV du Gouët	Inondations	-	24m3/s
	BV de l' Anse d'Yffiniac			6m3/s
Mai 2001	BV du Gouët	Inondations	-	-
	BV de l' Anse d'Yffiniac			
28/02/10	BV de l' Anse d'Yffiniac	Inondations avec concomitance marée	102 et 108	Tempête, marée et pluies conjuguées
	BV du Gouët			
	BV de l' Anse d'Yffiniac			

Répartition saisonnière des évènements météorologiques qui ont occasionné des inondations (crues)

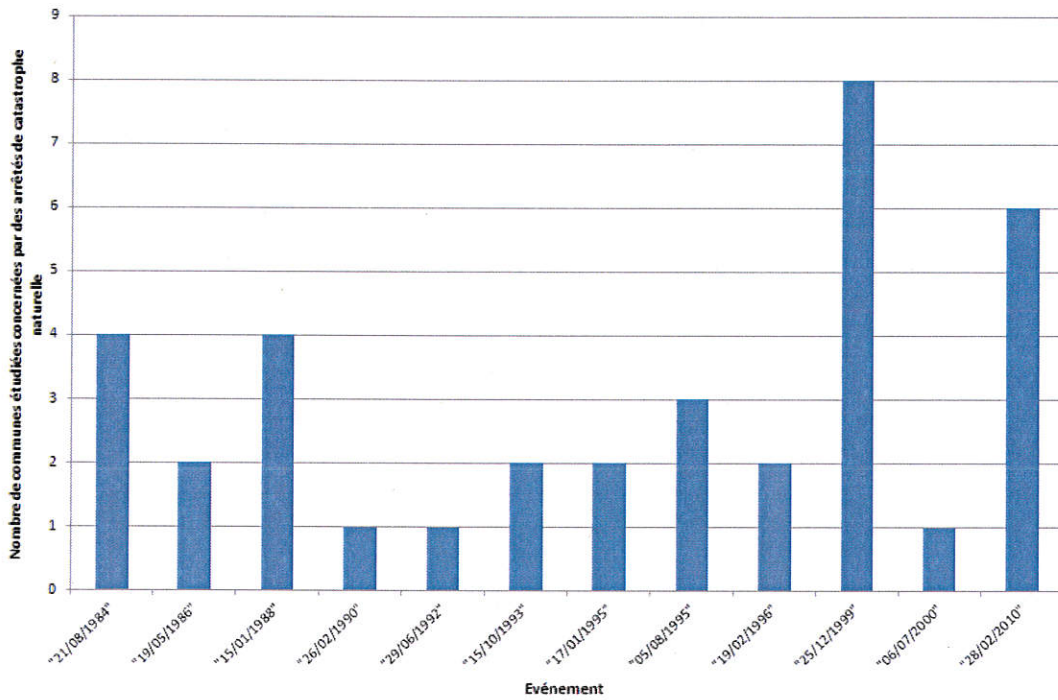
- Un peu plus de la moitié des évènements météorologiques qui ont provoqué une inondation se sont produits en hiver ;
- Seulement 14% des évènements météorologiques ayant entraîné une inondation se sont produits au printemps et en été.

Répartition saisonnière des évènements météorologiques qui ont occasionné des inondations (ruissellement et coulées de boues)

- plus de la moitié des évènements météorologiques qui ont provoqué un ruissellement ou des coulées de boues se sont produits en été ;
- Seulement 37% des évènements météorologiques ayant entraîné ce type de dégâts se sont produits à un autre moment de l'année.

Reconnaissance de catastrophe naturelle

Le graphique ci-dessous synthétise le nombre de communes touchées par des événements climatiques majeurs reconnus par arrêté de catastrophe naturelle (depuis 1982) :



RECUEIL DES PHENOMENES NATURELS

Les vents

Les vents génèrent les houles au large, les vagues en zone côtière et les surcotes-décotes de marée (appelée surcotes météorologiques) ainsi que le transport des sables sur l'estran, influençant de ce fait l'évolution du littoral.

Dans le secteur de la Manche, les vents les plus fréquents soufflent en toute saison entre Sud et Ouest. Les vents les plus forts soufflent généralement en automne et en hiver et sont du secteur Ouest compris entre 200° (SSW) et 320° (NW).

Variations du niveau des eaux : marées et surcotes

Les fluctuations du niveau de la mer sont liées aux facteurs astronomiques et climatiques.

Elles constituent un élément essentiel de la dynamique littorale car :

- elles créent des courants qui peuvent participer au transport des matériaux dans la zone de marnage, notamment lorsque ces variations de hauteur d'eau sont combinées avec d'autres facteurs tels que la houle et le vent ;
- elles tendent à amplifier les effets de tempêtes lors des forts coefficients de marée.

En ce qui concerne les niveaux extrêmes, l'étude du SHOM (2012) indique dans le secteur de Saint-Brieuc et pour les périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans :

Période de retour	Niveau marin (IGN 69)
10 ans	6,80 m
20 ans	6,90 m
50 ans	7,00 m
100 ans	7,10 m

Les courants

Les courants de marée sont indissociables de la marée, et en constituent la composante horizontale. Au large, le courant est maximum au moment de la pleine mer et porte dans la direction de propagation de l'onde de marée. Il est toujours maximum lors des basses mers mais porte dans la direction opposée.

Les courants de marée ne sont pas violents en baie de Saint-Brieuc, inférieurs à 2 nœuds, et n'empêchent pas le dépôt de sédiments dans le fond de la baie. Ils ne sont pas agents d'érosion, bien que leur action plus au Nord de la zone se manifeste par une absence de vase, sous l'effet de vitesses de 2 à plus de 3 nœuds.

Les houles

Les houles, par l'énergie qu'elles dissipent à l'approche des côtes, sont responsables des processus de transit sédimentaire. Elles provoquent dans la zone de déferlement des courants parallèles à la côte dont l'intensité dépend de leur obliquité vis à vis de l'orientation du rivage. Elles sont à l'origine des évolutions des profils de plage et des fonds pouvant entraîner l'érosion du littoral.

En milieu côtier, la houle déferlante peut provoquer une élévation du niveau marin (*wave set-up*) et des franchissements des ouvrages côtiers augmentant ainsi le risque de submersion des zones arrière-littorales.

Fonctionnement hydro-sédimentaire de la baie de Saint-Brieuc

La sensibilité du littoral de la baie de Saint-Brieuc est tributaire de l'exposition de la côte aux agents de la dynamique marine.

Les caractéristiques géomorphologiques du rivage, son orientation par rapport aux agents dynamiques permettent de subdiviser la baie de Saint-Brieuc en trois zones : la côte occidentale, le fond de la baie et la côte orientale.

Pluviométrie

Il y a 4 stations pluviométriques présentes dans la délimitation du secteur d'étude (Saint-Brieuc, Hillion, Plaintel et La Harmoye) ainsi que 3 stations situées à proximité de la zone (Lanrodec, Cohiniac et Saint Gilles-Pligeaux-Ede).

On observe une augmentation progressive des précipitations à mesure que l'on s'éloigne du littoral.

Hydrométrie et hydrologie des cours d'eau

Des chroniques de débits à pas de temps variables ont pu être collectées auprès de la Banque Hydro sur les bassins versants du Gouët et de l'Urne. En revanche, aucune donnée n'a pu être recueillie sur les bassins du Gouëdic, du Ruisseau de la Touche et du Ruisseau du Cré puisque ces derniers sont dépourvus de stations hydrométriques.

Sur la base des chroniques récupérées auprès de la Banque Hydro, le débit spécifique ainsi que la durée O , correspondant à la période durant laquelle le débit est supérieur à $Q_{max}/2$, ont pu être estimés pour chaque station hydrométrique. Ces données sont présentées dans le tableau suivant :

		O Durée avec $Q > Q_{max}/2$ (jours)	Débit spécifique ($m^3/s/km^2$)
Gouët à Ploufragan (Saint-Barthélémy)	1999	5.75	0.12
	2000	6.75	0.10
	2010	7.00	0.12
Gouët à Saint-Julien	1988	1.75	0.23
	1990	2.69	0.16
	1995	4.75	0.20
	1999	1.00	0.21
	2000	1.38	0.18
	2010	0.66	0.24
Urne à Plédran	1995	9.50	0.16
	1999	2.50	0.17
	2000	1.63	0.15
	2010	2.25	0.14

Périodes de retour

Débits de pointe de crue

Crue	Février 1974	Janvier 1982	Février 1988	Janvier 1995	Déc. 1999	Déc. 2000	Janvier 2001	Mai 2001
Rivière								
Urne à Plédran				6.33 m^3/s	6.92 m^3/s	6.01 m^3/s	6.39 m^3/s	
Gouët à St Julien		26.3 m^3/s	32.3 m^3/s	27.4 m^3/s	28.5 m^3/s	24.4 m^3/s	23.9 m^3/s	31.5 m^3/s

Période de retour

Crue	Février 1974	Janvier 1982	Février 1988	Janvier 1995	Déc. 1999	Déc. 2000	Janvier 2001	Mai 2001
Rivière								
Urne à Plédran				10 ans	20 ans	10 ans	10 ans	
Gouët à St Julien		10 ans	30 ans	10 ans	10 ans	< 10 ans	< 10 ans	20 ans

Débits de pointe et périodes de retour (source : BCEOM, 2004)

Sur la base de l'analyse effectuée par BCEOM, il semblerait que l'événement de 2010 dont les débits de pointe étaient de 33 m^3/s sur le Gouët à Saint-Julien et de 6 m^3/s pour l'Urne s'apparente à :

- Une crue d'ordre trentennal pour la crue du Gouët ;
- Une crue d'ordre décennale pour la crue de l'Urne.

Le département ayant déjà subi des précipitations régulières au cours des jour-nées précédentes, les pluies de fin février se produisent sur des sols gorgés d'eau, entraînant ainsi des phénomènes de ruissellement importants.

Les précipitations survenues au cours du mois de février ont gonflé le débit des cours d'eau. Les pluies du 27 et du 28 interviennent donc dans un contexte hydraulique particulièrement défavorable.

ANALYSE DES SYSTEMES DE PROTECTION ET DES OUVRAGES

Systèmes de protection du littoral

Les ouvrages de protection ont été mis en place afin de permettre l'usage du littoral par l'homme. On retrouve ainsi des ouvrages de protection au niveau des accès aux plages suivantes:

- Tournemine,
- Les Rosaires,
- Martin Plage,
- Saint Laurent Plage,
- Plage aux Moines
- Grève du Valais,
- Grève des Courses,
- Grève d'Hillion.

Certaines de ces plages présentent une forte anthropisation, avec notamment l'installation au bord de plage de petits habitats saisonniers.



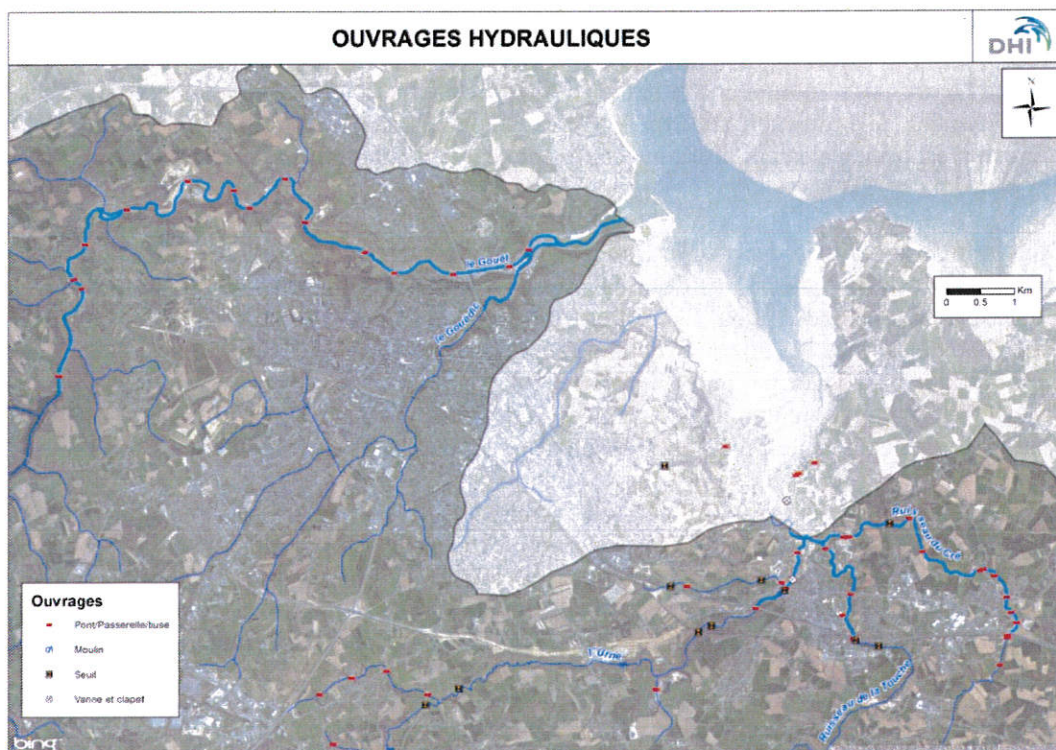
Petits habitats saisonniers au Sud de Saint Laurent Plage

Les ouvrages de protection sont également importants au niveau du Port du Légué, où ils permettent entre autres choses de maintenir l'accès au Port.

L'anse d'Yffiniac a été aménagée par l'Homme afin de permettre la saliculture et l'agriculture (le maraichage en particulier), ainsi que l'industrie et le tourisme balnéaire. A ces fins, les digues du Polder ont été mises en place à l'Est de l'anse et le mur de soutènement de la grève de Languieux permettait le passage du chemin de fer.

Ouvrages hydrauliques des cours d'eau

Des schémas de localisation des ouvrages hydrauliques ont été collectés auprès du club de Canoë Kayak de Saint-Brieuc et de Saint-Brieuc Agglomération



Des levés topographiques des cours d'eau vont également être effectués pour les besoins de la modélisation numérique. Ces levés topographiques apporteront également des descriptions détaillées de la géométrie des ouvrages concernés.

Le barrage de Saint-Barthélémy

Situé sur le Gouët, au droit des communes de La Meaugon et de Ploufragan, le barrage de Saint-Barthélémy a été mis en eau en 1978. Géré et exploité par le Conseil Général des Côtes d'Armor, l'ouvrage a été créé en vue d'alimenter en eau potable la ville de Saint-Brieuc et les communes environnantes.

Le barrage de Saint-Barthélémy n'a pas pour vocation l'écrêtement des crues. Son usage est de constituer des réserves pour la production d'eau potable. Toutefois, les consignes de gestion du barrage approuvées par le Préfet stipulent notamment les seuils de niveaux et débits au-delà desquels l'exploitant doit alerter les services préfectoraux. Le barrage a également pour vocation la production d'énergie électrique puisque l'ouvrage accueille depuis 1983 une microcentrale permettant une production moyenne annuelle de 4 000 000 kWh.



Vue aval du barrage de Saint-Barthélémy (source : Etude de dangers d'Artelia)

BILAN DE L'ANALYSE DU SITE

La baie de Saint-Brieuc se décompose en plusieurs secteurs qui se distinguent par leur mode de fonctionnement géomorphologique, ainsi que par leur urbanisation.

La côte Ouest, entre Tournemine et l'Anse d'Yffiniac est majoritairement composée de falaises rocheuses et d'ouvrages de protection sur son linéaire. On y rencontre quelques sections de falaises meubles. L'érosion est principalement d'origine continentale, par effondrement de ces falaises meubles sur le haut des plages.

Dans le fond de la baie, les tracés des chenaux de l'Urne et du Gouessant dénotent une évolution très sensible. Au XVIII^{ème} siècle, les deux rivières se joignaient en un bras unique et le cours du Gouessant longeait la presqu'île d'Hillion. Elle est en voie de colmatage et l'érosion marine y est minime. En effet, cette zone très abritée des agents dynamiques marins est plus sensible à une érosion continentale. Il s'agit de solifluxion provoquée par une saturation des sols en eau pluviale, un mauvais drainage des eaux usées ou par des pratiques culturales inadaptées. Par ailleurs, le fond de la baie est un lieu privilégié d'atterrissement des sables, mais aussi d'échouage des grandes quantités d'algues vertes.

La côte Est, plus rocheuse, a un tracé relativement stable et la largeur de l'estran a peu varié depuis le XVIII^{ème} siècle. Ce secteur est exposé aux houles directes de Nord-Ouest et subit donc des érosions marines. L'attaque des vagues peut provoquer d'importants dégâts sur les ouvrages de protection de cette côte. Les anfractuosités du littoral remplies de limons subissent, là encore, des phénomènes de solifluxion qui rendent les falaises instables. Enfin, les massifs dunaires, qu'ils soient urbanisés ou non, subissent une pression anthropique accrue.

Concernant les inondations continentales, en raison des caractéristiques de la pluviométrie et de la morphologie des bassins versants, on note une typologie contrastée d'événement correspondant à :

- des débordements de cours d'eau (en hiver, généralement de grande ampleur et engendrant les plus forts débits. ;
- des ruissellements et coulées boueuses. (au printemps et à l'été, phénomènes localisés)

Les pluies hivernales longues à l'origine de la saturation des sols et de la génération de débit sur les bassins versant se concentrant dans les vallées correspondent au scénario hydrologique défavorable précurseur de l'événement de référence sur les bassins versants du Gouet et de l'Urne.

L'analyse historique montre que la zone d'étude est soumise à trois risques :

- Un risque littoral souligné par des aléas submersion et des aléas érosion ;
- Un risque inondation par débordement de cours d'eau ;
- Un risque estuarien par combinaison des deux précédents.

Phase 2

« caractérisation des aléas »

Plan de prévention des risques littoraux et d'inondation de la baie de Saint-Brieuc



Note de synthèse du rapport de DHI :

Caractérisation des aléas - phase 2

DDTM Côtes-d'Armor

SOMMAIRE

1.Préambule.....	3
2.Analyse des concomitances : événements fluvio-maritimes.....	5
3. Caractérisation des aléas débordement des cours d'eau.....	5
3.1 Caractérisation des aléas par modélisation hydraulique.....	5
3.1.2 Le calage des modèles.....	5
3.1.3 Analyse hydrologiques.....	6
3.1.4 Modélisation de l'aléa de référence.....	7
3.2 Caractérisation des aléas par la méthode hydrogéomorphologique.....	8
3.2.3 Synthèses et perspectives.....	9
4.Fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral et caractérisation de l'évolution du trait de côte.....	10
4.1 Contexte hydro-sédimentaire.....	10
4.2 Principaux processus physiques en jeu dans l'évolution littorale.....	11
4.3 Nature du trait de côte et ouvrages de défense contre l'érosion du trait de côte.....	12
4.4 Méthodologie de la détermination de l'évolution du trait de côte.....	12
4.5 Analyse de l'évolution du trait de côte.....	13
4.6 Tendances d'évolution du trait de côte.....	13
4.7 Détermination du recul ponctuel maximum.....	13
5.Caractérisation et cartographie de l'aléa recul du trait de côte	14
5.1 Méthodologie.....	14
5.2 Caractérisation de l'aléa du trait de côte.....	14
5.3 Cartographie de l'aléa recul du trait de côte.....	14
6.Caractérisation de l'aléa submersion marine.....	15
6.3 Choix de l'événement de référence.....	15
6.4 Scénarios de référence.....	16
6.4.1 Présentation des phénomènes de submersion marine.....	16
6.4.2 Cartographie des systèmes de défense contre la submersion marine.....	16
6.5 Caractérisation des aléas submersion marine.....	17
6.5.5 Résultats et rendus cartographiques.....	17
6.5.6 Cartographie informative de l'aléa en absence d'ouvrage	20
6.5.7 Bandes de précautions et de chocs mécaniques.....	20

1. Préambule

Contexte

La vulnérabilité d'une grande partie du littoral français s'illustre au travers des phénomènes tels que le recul du trait de côte, la submersion marine ou l'érosion des côtes meubles. Ces processus directement liés aux actions marines peuvent être aggravés par les activités humaines.

Le littoral constitue également une zone de forte fréquentation, ce qui se traduit par une urbanisation qui se densifie de plus en plus près de la mer et devient donc de plus en plus vulnérable.

Les bassins versants des cours d'eau sont par ailleurs occasionnellement le siège d'épisodes hydrologiques importants à l'origine d'inondations pouvant s'accompagner de dégâts humains et matériels importants.

En zone estuarienne, du fait des altitudes moyennes relativement faibles et l'interface entre les eaux marines et fluviales, le risque est accentué par la combinaison potentielle d'événements maritimes et fluviaux exceptionnels.

Les plans de prévention des risques littoraux et d'inondation (PPRL-i) sont élaborés. Dans la perspective de limiter la vulnérabilité des biens et des personnes.

Afin d'établir la cartographie des aléas au sens de la méthodologie proposée par le ministère de l'écologie et du développement durable, l'étude a été confiée par la direction départementale des territoires et de mer (DDTM) des Côtes d'Armor (22) à DHI en groupement avec GEOS.

Cadre méthodologique

La loi du 13 juillet 1982 a mis en place le système d'indemnisation des catastrophes naturelles et les plans d'exposition aux risques.

La loi du 22 juillet 1987 a donné à tout citoyen un droit à l'information sur les risques auxquels il est soumis, ainsi que sur les moyens de s'en protéger.

La loi du 2 février 1995 a institué les plans de prévention des risques naturels prévisibles, mais aussi créé un fonds de financement spécial : le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM).

La loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques naturels et technologiques et à la réparation des dommages a renforcé les dispositions relatives à l'information, la concertation et au financement par le FPRNM des actions de prévention contre les risques.

La procédure PPR est désormais définie par les articles L.562-1 à L.562-10 du code de l'environnement. Les articles R 562-2 à R 562-10-2 précisent les procédures et dispositions relatives à l'élaboration des plans de préventions des risques naturels prévisibles.

L'article L562-1 dispose que ces plans de prévention des risques ont pour objet :

« De délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles, notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines, pourraient y être autorisés, prescrire

Plan de prévention des risques littoraux et d'inondation (PPRL-i) de la baie de Saint-Brieuc. Synthèse du rapport de phase 2. Mai 2015

les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;

De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;

De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs. »

Par ailleurs, la méthodologie de détermination des aléas littoraux a été précisée dans la circulaire du 27 juillet 2011 et dans le guide méthodologique d'élaboration des PPRL. Les principales conclusions de ce guide, qui influencent le travail de détermination de l'aléa sont :

- La prise en compte du changement climatique dans la définition des niveaux marins extrêmes.
- La prise en compte des impacts du réchauffement climatique à l'horizon 2100.
- La prise en compte de l'ensemble des phénomènes dynamiques pour l'établissement du scénario de référence (composantes statiques du niveau marin et composantes dynamiques liées à l'action de la houle).
- La prise en compte des incertitudes.

Les circulaires du 24 janvier 1994 (prévention des inondations et gestion des zones inondables), du 24 avril 1996 (dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zone inondables), du 30 avril 2002 (gestion des espaces urbanisés situés derrière les digues) et du 21 janvier 2004 (maîtrise de l'urbanisation et des constructions en zones inondables) complètent le cadre nécessaire à l'élaboration des PPRL-i.

Périmètre de l'étude

Les aléas étudiés dans le cadre de ce PPRL-i concernent les risques de débordement des cours d'eau et les risques littoraux ainsi que la concomitance des deux risques précédents.

Les aléas débordement des cours d'eau sont étudiés sur le Gouët, le Gouédic, le Douvenant, l'Urne, la Touche et le Cré sur le territoire communal de PLERIN, SAINT-BRIEUC, LANGUEUX, YFFINIAC, HILLION, LA MEAUGON, PLOUFRAGAN et TREMUSON.

Les risques littoraux sont étudiés sur le territoire communal de PLERIN, SAINT-BRIEUC, LANGUEUX, YFFINIAC et HILLION. Ces risques littoraux correspondent au phénomène de submersion marine et de recul du trait de côte consécutif à l'érosion littorale d'origine maritime uniquement.

Le secteur du Douvenant, qui a fait l'objet d'une étude complémentaire, n'est pas présenté dans le rapport de phase 2 de DHI. La caractérisation des aléas, des enjeux et de la vulnérabilité de la vallée du Douvenant fait l'objet d'un rapport indépendant, également à disposition du public.

Le risque d'inondation par ruissellement (d'origine agricole ou pluvial urbain) n'entre pas dans le cadre de cette étude. Aucune cartographie des aléas ruissellements ne sera par conséquent produite. Cependant le phénomène naturel est pris en compte dans la genèse des débits de crue provoquant le débordement des cours d'eau.

Les risques de mouvement de terrain provoquant des érosions de falaise ne sont pas pris en compte si leur origine est seulement de nature continentale.

Pour autant, l'absence de prise en compte de ces deux derniers risques dans le cadre du PPRL-i de la baie de Saint-Brieuc ne signifie pas l'absence de ces phénomènes.

2. Analyse des concomitances : événements fluvio-maritimes

Dans ce chapitre il s'agit d'analyser l'apparition de phénomènes concomitants dans les domaines fluvial et maritime. En l'absence de données quantitatives de caractérisation des événements marins il s'agit d'effectuer un recensement qualitatif des événements survenus sur le secteur d'étude.

Sur les 40 dernières années on dénombre un total de six événements fluvio-maritimes concomitants.

D'après la série de données mesurées, on constate que la crue observée la plus forte, durant un événement concomitant avec une tempête, est de période de retour égale à trente ans environ.

Sur la base de ces observations qualitatives et de l'analyse des phénomènes mis en jeu, nous proposons comme scénarios de référence fluvio-maritime :

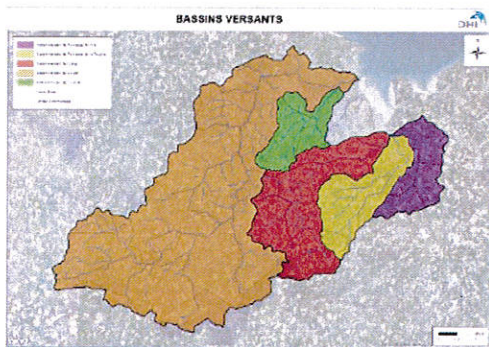
- Un événement à dominante maritime, composé de l'événement de référence maritime + une crue décennale des cours d'eau.
- Un événement à dominante fluviale, composé de l'événement de référence fluvial + un événement décennal maritime.

Ces propositions constituent un compromis sécuritaire acceptable.

3. Caractérisation des aléas débordements des cours d'eau

Dans le cadre de l'élaboration du PPRL-i, les inondations par débordements des cours d'eau sur les parties aval des cours d'eau seront estimées et caractérisées par modélisation numérique. La partie amont des cours d'eau, à partir de la traversée de la RN12, seront étudiées par la méthode hydrogéomorphologique. L'approche hydrogéomorphologique est une méthode d'analyse géomorphologique appliquée aux plaines alluviales actuelles. La géomorphologie est une science ayant pour objet la description et l'explication du relief terrestre, continental et sous-marin.

3.1 Caractérisation des aléas par modélisation hydraulique



Le réseau hydrographique de la zone d'étude est constitué d'un ensemble de petits cours d'eau côtiers indépendants. Conditionnés par des situations topographiques, pluviométriques et géologiques contrastées, les cours d'eau présentent des caractéristiques variées.

Sur la base de la morphologie du site, deux modèles distincts sont développés. D'une part nous représentons au sein d'un même modèle les vallées du Gouët et du Gouédic, d'autre part les cours d'eau de fond de baie que sont l'Urne, la Touche et le Cré.

3.1.2 Le calage des modèles

Les événements

Les modèles ainsi développés sont soumis à des tests de calage et de validation, afin de déterminer les paramètres hydrauliques permettant la meilleure corrélation entre les

données observées et calculées pour des événements historiques.

Sur la base des données disponibles nous retenons comme événement de calage le 28 février 2010.

Les crues de janvier 2001 et février 2014 sont utilisées pour la validation du modèle de la vallée du Gouët et Gouédic aval.

Le changement de configuration hydraulique ainsi que l'absence de données ne permettent pas d'appliquer cette démarche au modèle des cours d'eau de fond de baie.

Les apports hydrologiques

Les données hydrométriques :

Les débits relâchés du barrage de St Barthélémy servent de donnée d'entrée au modèle du Gouët. Les mesures effectuées à la station de Ploufragan sont disponibles pour les crues de 2001, 2010 et 2014. Une description détaillée des données hydrométriques disponibles est réalisée dans le paragraphe d'analyse hydrologique au 3.1.1 du rapport de DHI.

3.1.3 Analyse hydrologique

Les objectifs de l'analyse hydrologique sont les suivants :

1. Déterminer les hydrogrammes d'entrée du modèle hydraulique pour les crues de projet Q_{10} (débit décennal) et Q_{100} (débit centennal).
2. Déterminer la crue de référence qui sera retenue pour l'établissement des cartes d'aléa du PPRL-i.

Les données nécessaires à la méthodologie(QdF (débit Q – durée d – fréquence F) et gradex(extrapolation aux fréquences rares) développées par le CEMAGREF) retenue seront issues des données issues des stations hydrométriques.

Les stations hydrométriques étudiées sont les suivantes :

Tableau 3-1. Stations hydrométriques sur les bassins versant concernés par le PPRLi

Code station	Nom de la station	Durée d'acquisition
J1513010	Le Gouët à Saint Julien	1978 - 2014
J1524010	La Maudouve à Saint Donan	1990 - 2014
J1405310	L'Urne à Plédran	1993 - 2014
J1324010	L'Evron à Couetmieux	1982 - 2014
J1313010	Le Gouessant à Andel	1979 - 2014
J1523010	Le Gouet à Ploufragan [Pont Noir]	1971 - 1977
J1513020	Le Gouet à Ploufragan [St-Barthelemy]	1994 - 2014
J1407110	Le Créac'h à Plédran	1993 - 1999

La zone d'étude se situe sur les parties aval des cours d'eau du Gouët, du Gouédic, de l'Urne, du Cré et de la Touche. Comme indiqué dans le tableau ci-dessus le Gouët et l'Urne sont pourvus de stations hydrométriques.

Le Gouët a été modélisé depuis le barrage de Saint-Barthélémy jusqu'à son exutoire au port du

Légué, soit 13,5 km de cours d'eau. Son affluent en rive droite, le Gouédic, a été modélisé sur sa partie aval, les 1600 derniers mètres. Le barrage de St Barthélemy a été mis en eau en 1978. Il est donc situé sur le cours d'eau du Gouët, quelques 13,5km en amont de l'exutoire de ce dernier au port du Légué. Il a pour vocation l'alimentation en eau potable de la commune de Saint-Brieuc et des alentours. L'hydrologie du Gouët est influencée par le barrage. En effet, bien qu'il n'ait pas été conçu pour la gestion des crues, il peut amortir certaines ondes de crue par effet de laminage dès lors que les conditions le permettent.

3.1.3.1 Saisonnalité des crues

L'extraction des crues aux stations hydrométriques supérieures à un seuil et qui répondent à un critère de redescende entre événements sont les suivantes :

Il apparaît que les bassins analysés présentent majoritairement un caractère saisonnier marqué, avec des événements concentrés en hiver, aux mois de novembre à mars. Ainsi même si les événements orageux peuvent conduire à des dégâts importants, ceux-ci sont souvent localisés et non généralisables à l'échelle de la présente étude. L'analyse du rapport de DHI porte sur les crues d'hiver.

3.1.4 Modélisation de l'aléa de référence

Définition de l'aléa de référence

L'événement de référence est l'événement centennal ou un événement historique si celui-ci lui est supérieur. L'étude des données historiques indique qu'aucun événement historique suffisamment documenté n'est supérieur à la crue centennale. L'aléa de référence de crue de cours d'eau retenu est donc l'aléa centennal.

Résultat et cartographie voir rapport DHI page 37.

Les conditions maritimes retenues

Comme évoqué dans l'analyse de concomitances d'événements marins et fluviaux, la condition maritime retenue pour l'aléa de référence fluvial est le niveau marin T= 10 ans.

Concomitance de pleine mer et pic de crue

Le marégramme de période de retour décennale est défini de façon à ce que la pleine mer soit atteinte en même temps que l'arrivée du pic de crue sur l'aval des cours d'eau. Ce scénario pénalisant mais plausible est mis en place pour les deux secteurs d'étude.

Le barrage de Saint-Barthélémy

La retenue du barrage de Saint-Barthélémy a pour vocation l'alimentation en eau potable des communes situées en aval. Il n'est pas prévu que le barrage ou sa gestion puisse servir de protection contre les inondations. Pour la crue de référence centennale, le barrage sera considéré à ses PHE (plus hautes eaux) et aucun effet de laminage ne sera pris en considération. Ainsi dans la modélisation de l'aléa de référence, le barrage de Saint-Barthélémy sera considéré comme hydrauliquement inexistant.

Les cartes page 37 à 39 du rapport de DHI montrent la cartographie de l'aléa de référence par débordement de cours d'eau, sur les secteurs d'étude de la vallée du Gouët et de l'Anse d'Yffiniac.

3.2 Caractérisation des aléas par la méthode hydrogéomorphologique

Dans le cadre de l'élaboration du projet de PPRL-i, les inondations par débordement des cours d'eau sur les parties amont sont estimées et cartographiées par la méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables. Cette méthode a été élaborée il y a une trentaine d'années en se focalisant sur l'identification des limites externes des différents types de lits fluviaux : lit mineur, lit moyen et lit majeur. L'approche hydrogéomorphologique demande une nécessaire adaptation aux caractéristiques physiques des bassins étudiés. Pour le projet, la méthodologie repose sur les préconisations du ministère du développement durable, de l'écologie et de l'énergie (cahier des charges) et sur l'adaptation par l'expert en hydrogéomorphologie.

Méthodologie

Les limites de l'approche concernent les secteurs amont de la RN12 des cours d'eau du Gouédic, de l'Urne, de la Touche et du Cré sur les communes de Saint-Brieuc, Yffiniac et Hillion. En effet, ces secteurs présentent une faible densité d'enjeux.

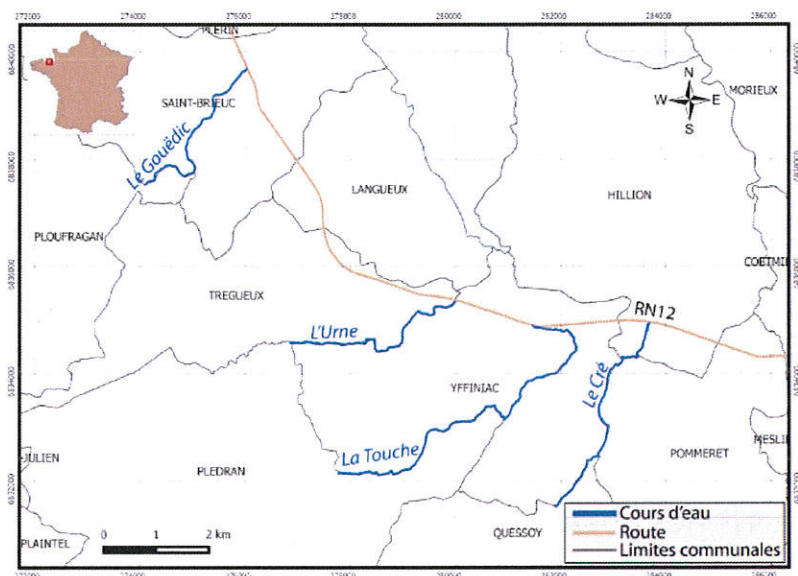


Figure 3-31. Localisation des tronçons amont des quatre cours d'eau étudiés

Pour répondre à l'objectif de détermination des lits fluviaux, trois niveaux d'échelles emboîtées sont développés :

- Niveau 1 : délimitation de la géologie et de la topographie. En géomorphologie et géologie, on considère que la largeur du fond de vallée alluviale représente l'extension maximale du lit majeur.
- Niveau 2 : Photo-interprétation et zonage des lits fluviaux à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG).
- Niveau 3 : Vérification et caractérisation précise sur le terrain.

3.2.3 Synthèse et perspectives

3.2.3.1 Interprétation et observations

L'étude hydrogéomorphologique a permis de manipuler et d'interpréter des données géologiques, topographiques, géographiques et environnementales en combinant analyse spatiale sous SIG (système d'information géographique) et analyse de terrain. Si elle répond directement à l'objectif de cartographier les aléas de type débordement de cours d'eau, elle est l'occasion également d'émettre des observations quant à la gestion des environnements fluviaux étudiés.

Les principales recommandations de DHI sont:

- de préserver les prairies humides (élevage extensif) occupant les plaines alluviales de ces cours d'eau (l'Urne et la Touche principalement, le Cré dans une moindre mesure)
- Dans la problématique gérer le risque d'inondation dans les bassins du Gouët et de l'Urne, les prairies situées dans les fonds de vallée étroite, en amont de ces bassins, jouent un rôle tampon et constituent des zones potentielles d'expansion des crues. L'enjeu environnemental est d'importance dans ce contexte de protection des zones urbanisées en aval de ces bassins ;

- de prêter une attention particulière aux ruisseaux situés
 - i)* en zone de culture et ayant déjà fait l'objet d'opérations de recalibrage et de rectification (Le Cré principalement, la Touche),
 - ii)* à proximité des carrières (l'Urne et la Touche) dont le tracé a été modifié et les berges surélevées changeant ainsi la morphologie de la plaine alluviale et le contact lit mineur-lit majeur (modifications du débit plein bord),
 - iii)* au contact des grandes infrastructures routières dont le passage par busage créé un goulot d'étranglement particulièrement pour les fonds de vallée encaissée (l'Urne, la Touche) et
 - iv)* en milieu urbanisé (La Touche, Le Gouëdic) dont le tracé a été souvent rectifié et le lit mineur recalibré par une surélévation des berges (encaissement du lit mineur). Ces différentes pressions contribuent à modifier les conditions d'écoulement et les fréquences de submersion des lits majeurs. Ces anomalies importantes peuvent dégrader le niveau d'expertise de détermination des lits fluviaux, et donc de la caractérisation de l'aléa inondation ;
- de prendre en compte les obstacles perturbant à la fois les écoulements, particulièrement en période de crue, et la continuité écologique (élément de qualité hydromorphologique évalué en état moyen, principalement pour les espèces piscicoles, selon le rapport d'évaluation environnementale du SAGE (schéma d'aménagement et de gestion des eaux) de la Baie de Saint-Brieuc ; CLE (commission locale des eaux), 2013).

4. Fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral et caractérisation de l'évolution du trait de côte

L'évolution du trait de côte est le déplacement de la limite entre le domaine marin et le domaine continental. Ce déplacement peut se faire vers l'intérieur des terres (érosion) ou vers la mer (accrétion). Ces déplacements sont la conséquence d'une perte ou d'un gain de matériaux sous l'effet de l'érosion marine et du transit sédimentaire, combinée parfois à des actions continentales.

L'érosion du littoral englobe à la fois l'érosion naturelle induite par les forces marines et l'érosion générée ou accélérée par l'homme, particulièrement sur les côtes sableuses (sur-fréquentation des cordons dunaires qui détruit la végétation ou empêche son développement et expose le sable à l'action du vent, extraction de matériaux et ouvrages côtiers qui modifient les échanges sédimentaires, ...).

L'évolution du trait de côte peut affecter différents types de formation : des cordons littoraux constitués de sable ou des falaises de nature géologique très diverse.

- L'érosion marine des côtes basses constituées de matériaux meubles résulte souvent d'un déficit chronique et généralisé du bilan sédimentaire. Le phénomène est discontinu et provient principalement de la conjonction d'un niveau élevé du plan d'eau (niveau marégraphique), d'une élévation du niveau de la mer de courte durée (surcote) et de l'effet des vagues déferlantes.
- L'accrétion marine est liée à un bilan positif du transit sédimentaire. La plage reçoit plus de sédiments qu'elle n'en perd. Ce phénomène peut être naturel ou lié à un aménagement du trait de côte permettant de fixer et d'éviter la fuite des sédiments. On notera que les sédiments ainsi piégés seront immobilisés et ne pourront alimenter une autre partie du rivage.
- L'évolution des côtes à falaises est liée au recul par à-coups du pied de falaise sapé par les vagues ainsi qu'au recul par glissement ou éboulements successifs de falaises instables en raison de leur nature marneuse ou argileuse (les eaux continentales ont alors un rôle déterminant dans le déclenchement du processus : phénomène de solifluxion (écoulement lent, le long d'une pente, du sol superficiel gorgé d'eau,)).

Le recul du trait de côte se traduit par une perte de terrains continentaux et des dommages aux biens (maisons, routes, champs cultivés, ...). Il n'affecte qu'exceptionnellement les personnes.

4.1 Contexte hydro-sédimentaire

La sensibilité du littoral de la baie de Saint-Brieuc est tributaire de l'exposition de la côte aux agents de la dynamique marine.

Les caractéristiques géomorphologiques du rivage, son orientation par rapport aux agents dynamiques permettent de diviser la baie de Saint-Brieuc en trois zones:

- la côte occidentale : de la plage de Tournemine au port du Légué,
- l'anse d'Yffiniac,
- la presqu'île de Lermot (Hillion).

(voir page 74 à 78 du rapport de DHI).

4.2 Principaux processus physiques en jeu dans l'évolution littorale

Ce chapitre reprend l'essentiel des actions des éléments naturels pouvant agir séparément ou ensemble sur les phénomènes d'évolution du trait de côte.

Les houles

L'agitation (houle, mers de vent, clapots) et les courants induits sont les principaux agents responsables du transport des sables le long des rivages.

Les vagues sont principalement formées sous l'action du vent. Les conditions des houles à la côte dépendent alors de plusieurs facteurs :

- des caractéristiques du champ de vent (vitesse, direction et durée),
- de l'extension (météorologique et géographique) du champ de vent,
- de la profondeur des fonds marins.

On distingue "mer du vent", formée par le vent local, de la houle, formée par un champ de vent éloigné de la zone d'observation. L'expérience montre que ces deux types de vagues peuvent se chevaucher.

Les courants

Au large, les courants marins sont essentiellement générés par la marée, les vents et les variations de la pression atmosphérique.

Les courants dépendent fortement de la bathymétrie et de configuration de la côte. Ainsi dans les rades et les embouchures des rivières, ils sont principalement liés au remplissage ou à la vidange des baies.

Dans la zone littorale, un autre facteur entre en jeu : la houle. Les courants sont principalement générés par le déferlement des vagues (« courants de houles »).

Les courants de retour de houle compensent les courants du large vers la côte. Lorsque ceux-ci sont localisés, ils sont à l'origine de la formation de croissants ou de dépressions entre la côte et les barres de déferlement (bancs de sable) parallèles au rivage. On parle alors de *bâches*, ou *baïnes* sur littoral aquitain.

Transport littoral

Les sédiments reposant sur les fonds marins sont transportés lorsqu'ils sont soumis à de fortes sollicitations, ou des efforts de cisaillement, provoqués par les mouvements des masses d'eau. Ces mouvements peuvent être produits par les courants de marée ou par les vitesses orbitales des vagues ou une combinaison des deux, ce dernier cas étant la situation où le transport est le plus important.

Le transport sédimentaire littoral est donc déterminé par:

- la hauteur, la période et la direction des vagues,
- le déferlement: types, zone d'action,
- les courants: vitesses et directions,
- l'épaisseur de la colonne d'eau,
- les propriétés sédimentaires.

Les évolutions sédimentaires dans la zone de transition (zone de surf), ainsi que les échanges entre la dune et la plage contrôlent l'équilibre précaire du littoral, basé sur des échanges de sable entre cordon dunaire, haut de plage et zone de surf.

Par ailleurs, il faut noter que le transport éolien participe à la dynamique des côtes sableuses. Il peut être évalué à partir de la vitesse du vent, de la largeur du haut de plage et des caractéristiques du sable, mais il est segmenté par la présence d'obstacle, tel que les bâches, qui interceptent le sable.

4.3 Nature du trait de côte et ouvrages de défense contre l'érosion du trait de côte

Les secteurs étudiés sont Plérin, Saint-Brieuc, Langueux, Yffiniac, Hillion (voir rapport DHI p 81 à 85).

Une grande partie du littoral est aménagée ou présente une morphologie à falaise (rocheuse et meuble).

Les ouvrages de protection ont été mis en place afin de permettre l'usage du littoral par l'homme. On retrouve ainsi des ouvrages de protection au niveau des accès aux plages suivantes:

- Tournemine,
- Les Rosaires,
- Martin Plage,
- Saint Laurent Plage,
- Plage aux Moines
- Grève du Valais,
- Grève des Courses,
- Grève d'Hillion.

Certaines de ces plages présentent une forte anthropisation (transformation d'espaces, de paysages ou de milieux naturels par l'action de l'homme) avec notamment l'installation au bord de plage de petits habitats saisonniers.

Les ouvrages de protection sont également importants au niveau du port du Légué, où ils permettent entre autres choses de maintenir l'accès au port.

L'anse d'Yffiniac a été aménagée par l'Homme afin de permettre la saliculture et l'agriculture (le maraîchage en particulier), ainsi que l'industrie et le tourisme balnéaire. A ces fins, les digues du Polder ont été mises en place à l'Est de l'anse et le mur de soutènement de la grève de Langueux permettait le passage du chemin de fer.

4.4 Méthodologie de la détermination de l'évolution du trait de côte

L'évolution du trait de côte est étudiée dans le cadre de cette étude par une approche bibliographique (voir rapport p86).

La méthodologie généralement adoptée pour caractériser les évolutions du trait de côte, l'analyse diachronique, qui consiste à comparer dans le temps la position des traits de côte, n'est pas pertinente du fait de la morphologie de ce littoral. Il est principalement composé de falaises rocheuses et d'anses sableuses appuyées sur des falaises meubles. Ces anses dans la plupart des cas protégées par des aménagements anthropiques fixant le trait de côte. L'analyse de la position des traits de côte historiques montre que la marge d'incertitude liée à la qualité des images, aux incertitudes de géoréférencement est supérieure aux tendances d'évolution mis en évidence.

Ces faibles tendances sont la conséquence de la faible intensité des processus physiques d'origine marine (cf. infra) qui entrent en jeu dans l'évolution du trait de côte.

L'ensemble de ces paramètres rendent l'analyse diachronique peu pertinente du fait de l'évolution faible observée sur les images aériennes de 1950 et 2008. La forte anthropisation et la mise en place d'ouvrage de protection au niveau des secteurs meubles empêchent de conclure à une évolution du littoral par cette méthode.

L'approche bibliographique associée à une analyse hydrosédimentaire des sites est donc préférée.

4.5 Analyse de l'évolution du trait de côte

L'analyse porte sur les sites suivants :

- De Tournemine à la pointe du Roselier (Plérin).
- De la pointe du Roselier au Port du Légué (Saint-Brieuc).
- Du Port du Légué à l'anse de la Cage (Langueux).
- L'anse d'Yffiniac.
- Entre Yffiniac et la pointe de Lermot (Hillion).
- Massifs dunaires du Bon Abri (Hillion).

(Voir page 86 à 90 dans le rapport de DHI).

4.6 Tendances d'évolution du trait de côte

- Les principaux secteurs touchés par le recul du trait de côte sont donc :
- Tournemine/Les Rosaires.
- Martin Plage.
- Saint Laurent de la mer.
- La grève du Valais.
- Les falaises meubles de la presqu'île de Lermot.
- Le massif dunaire du Bon Abri.

(voir en détail dans le rapport page 90 à 92).

4.7 Détermination du recul ponctuel maximum

Selon le guide méthodologique de l'élaboration des plans de préventions des risques littoraux, le recul du trait de côte lié à un événement tempétueux majeur peut être déterminé par une analyse des reculs ponctuels historiques. Toutefois, lorsque les observations de terrain n'existent pas ou sont peu nombreuses ou non représentatives d'un comportement général du site étudié, d'autres méthodes peuvent être mise en œuvre. Ces méthodes sont l'observation du recul dunaire ponctuel liés aux tempêtes et à l'utilisation de la formule empirique d'estimation du recul dunaire. Ce sont 4 événements ayant entraîné un recul de trait de côte qui sont recensés entre 1941 et 1996 au niveau du littoral de Plérin. (voir p 92 à 93 du rapport de DHI).

5. Caractérisation et cartographie de l'aléa recul du trait de côte

5.1 Méthodologie

Le recul du trait de côte correspond à une évolution à long terme du trait de côte consécutive à une tendance érosive ou à l'élévation du niveau de la mer sur le littoral des sites étudiés. Il peut également dû être à un événement météorologique.

La projection du trait de côte à l'échéance 100 ans est déterminé à partir de l'analyse de l'évolution passé. Cette projection s'appuie sur les taux annuels d'érosion exprimé en m/an déterminés et justifiés au chapitre 4.6 du rapport de DHI par secteur de comportement homogène. Cette projection est cependant soumise à de nombreuses incertitudes quantifiées au chapitre du rapport de DHI.

Le recul lié à un événement tempétueux majeur est déterminée, lorsque cela est possible, par l'analyse des événements météo-marins ayant occasionné des dommages. Il est complété par les formules empiriques d'estimation du recul ponctuel.

L'aléa recul du trait de côte de référence est défini sur les secteurs en érosion comme la zone délimitée par le trait de côte projeté à 100 ans à laquelle s'ajoute le recul susceptible d'intervenir lors d'un événement tempétueux.

Sur les secteurs stables, l'aléa recul du trait de côte est déterminé uniquement par le recul lié à un événement tempétueux.

Sur les secteurs en accrétion, aucun aléa recul du trait de côte n'est pris en compte.

A noter que s'il n'est pas possible de déterminer le recul ponctuel au droit de l'ouvrage, un recul forfaitaire de 20 m est appliqué à partir de la partie supérieure de l'ouvrage.

Il existe un seul aléa : l'aléa fort. L'aléa recul du trait de côte implique la disparition du terrain concerné par l'aléa.

5.2 Caractérisation de l'aléa recul du trait de côte.

Le tableau page 97 du rapport de DHI synthétise l'aléa recul du trait de côte sur les différents sites. La source permettant de justifier l'aléa pris en compte est également donnée.

5.3 Cartographie de l'aléa recul du trait de côte.

voir page 98 du rapport DHI.

6. Caractérisation de l'aléa submersion marine

La caractérisation de l'aléa submersion marine comprend 4 phases d'étude :

- Détermination de l'événement naturel de référence. L'événement naturel de référence est un événement centennal ou un événement historique si celui-ci est supérieur.
- Détermination des hypothèses ou du scénario de référence. Les trois modes de submersion sont analysés (débordement, franchissement par paquets de mer lié aux vagues, submersion par rupture du système de protection). Les hypothèses de défaillance du système de protection sont formulées.
- Détermination de l'intensité des aléas. La qualification des aléas repose sur un croisement des hauteurs et des vitesses de submersion déterminé par modélisation hydraulique ou par projection statique du niveau marin de référence.
- Identification et qualification des bandes de précaution et de zones soumises aux chocs mécaniques.

(...)

6.3 Choix de l'événement de référence

L'événement de référence pour tous les sites qui seront étudiés sera l'événement centennal.

La cote de référence correspond au niveau marin d'occurrence centennale.

Au niveau marin centennal retenu sont ajoutés :

- dès à présent une première augmentation du niveau marin liée au changement climatique : +0,20m,
- 0,02m lié à une surcote de déferlement,
- une valeur additionnelle forfaitaire de 0,25m correspondant aux incertitudes associées à la détermination de ce niveau,

soit un niveau marin centennal actuel retenu de 7,47 m NGF-ING 69.

Dans un deuxième scénario, le niveau marin centennal retenu est augmenté de 0,40 m au regard du changement climatique à l'horizon 2100, soit un **niveau marin centennal 2100 retenu de 7,87 m NGF-ING 69.**

Le niveau marin de référence actuel et le niveau marin à l'horizon 2100 présentent donc une différence de 0,40 m, au regard de la progression du changement climatique (de +0,20 m à +0,60 m).

6.4 Scénarios de référence

Les scénarios se réfèrent aux différents modes de submersion.

6.4.1 Présentation des phénomènes de submersion marine

La submersion marine est une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et maritimes sévères provoquant des ondes de tempête. Trois phénomènes peuvent alors se produire :

- **Débordement** : la mer envahit par débordement les terres situées sous le niveau de la mer. Le seul paramètre influant ce phénomène est le niveau d'eau.

- **Défaillance d'ouvrage** : les protections telles que les digues et les cordons dunaires peuvent céder sous l'effet de la mer, et créer des raz-de-marée, qu'il s'agisse de brèche ou de ruine généralisée d'un ouvrage.

- **Franchissement** : les terres situées au-dessus du niveau de la mer peuvent parfois aussi être inondées, lorsque des projections d'eau de mer franchissent les ouvrages de protection sous l'effet de la houle. Le niveau atteint par les inondations peut alors être supérieur au niveau de la mer.

6.4.2 Cartographie des systèmes de défense contre la submersion marine

Sur la base des définitions apportées ci-dessus, une typologie des ouvrages et structures naturelles constituant le système de protection du secteur d'étude a été réalisée et présentée (voir rapport page 143 à 146).

(...)

6.4.4 Cadrage méthodologique

- Débordement

Une analyse topographique est utilisée pour définir les sites vulnérables au débordement. La topographie du terrain naturel est comparée au niveau marin de référence. Si l'analyse montre la possibilité d'une intrusion marine par débordement, ce phénomène sera étudié.

- Défaillance sur le système de protection

On recense deux types de structures vulnérables à une défaillance et les digues.

Pour les ouvrages retenus pour une défaillance localisée, le principe de la rupture partielle sous forme d'une brèche forfaitaire de 100 mètres sera considéré. Le positionnement de la brèche ne peut être précisément déterminé. Sur de longs linéaires le principe de la brèche glissante couvrant l'intégralité de l'ouvrage pourra être retenu. Sur des linéaires plus restreints ou si la zone basse arrière littorale est peu développée, nous proposerons une position de brèche défavorable.

- Franchissement par paquets de mer

Les franchissements par paquets de mer sont la transformation de l'énergie de la houle au contact d'ouvrages réflexifs. Ils apparaissent lorsque la différence entre le niveau marin et la cote de l'ouvrage est faible. Les sites à franchissement par paquet de houle seront principalement identifiés par l'analyse historique et les forçages (vents) météo marins.

Les sites concernés sont les suivants :

- Site des Rosaires
- Port du légé
- Langueux : rue des grèves
- Fond de baie de Langueux à l'urne
- Fond de baie de l'Urne à la Touche
- Fond de baie de la Touche au Cré

- Fond de baie du Cré à Pisse Oison

Les différents scénarios de référence et la synthèse pour chaque site sont consultables dans le rapport DHI page 149 à 157.

6.5 Caractérisation des aléas submersion marine

Au regard de la complexité des zones submersibles, la caractérisation de l'aléa submersion marine sera réalisée à partir de la modélisation hydraulique.

(voir détail de la méthode dans le rapport de DHI page 158 à 161).

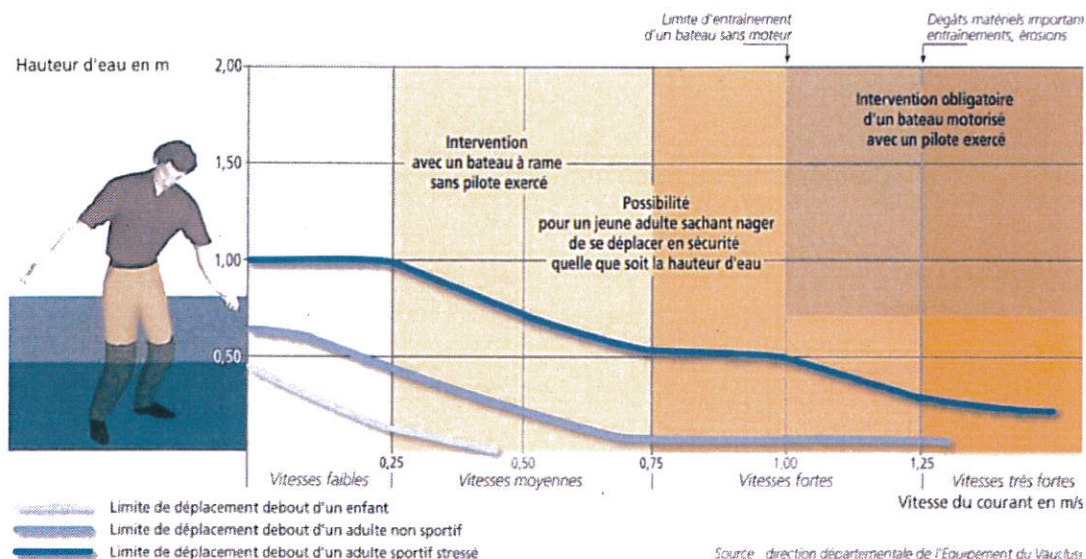
6.5.5 Résultats et rendus cartographiques

La cartographie de l'aléa submersion marine.

L'aléa instantané est défini par croisement des hauteurs et des vitesses. Le tableau ci-dessous présente les différentes classes d'aléa retenues en fonction du croisement de ces deux variables.

Croisement H-V Classes d'aléas	$v < 0,2$ m/s	$0,2 < v < 0,5$ m/s	$v > 0,5$ m/s
$H < 0,5$ m	Faible	Moyen	Fort
$0,5 \text{ m} < H < 1$ m	Moyen	Moyen	Fort
$1 \text{ m} < H < 1$ m	Fort	Fort	Très Fort
$H > 2$ m	Très Fort	Très Fort	Très Fort

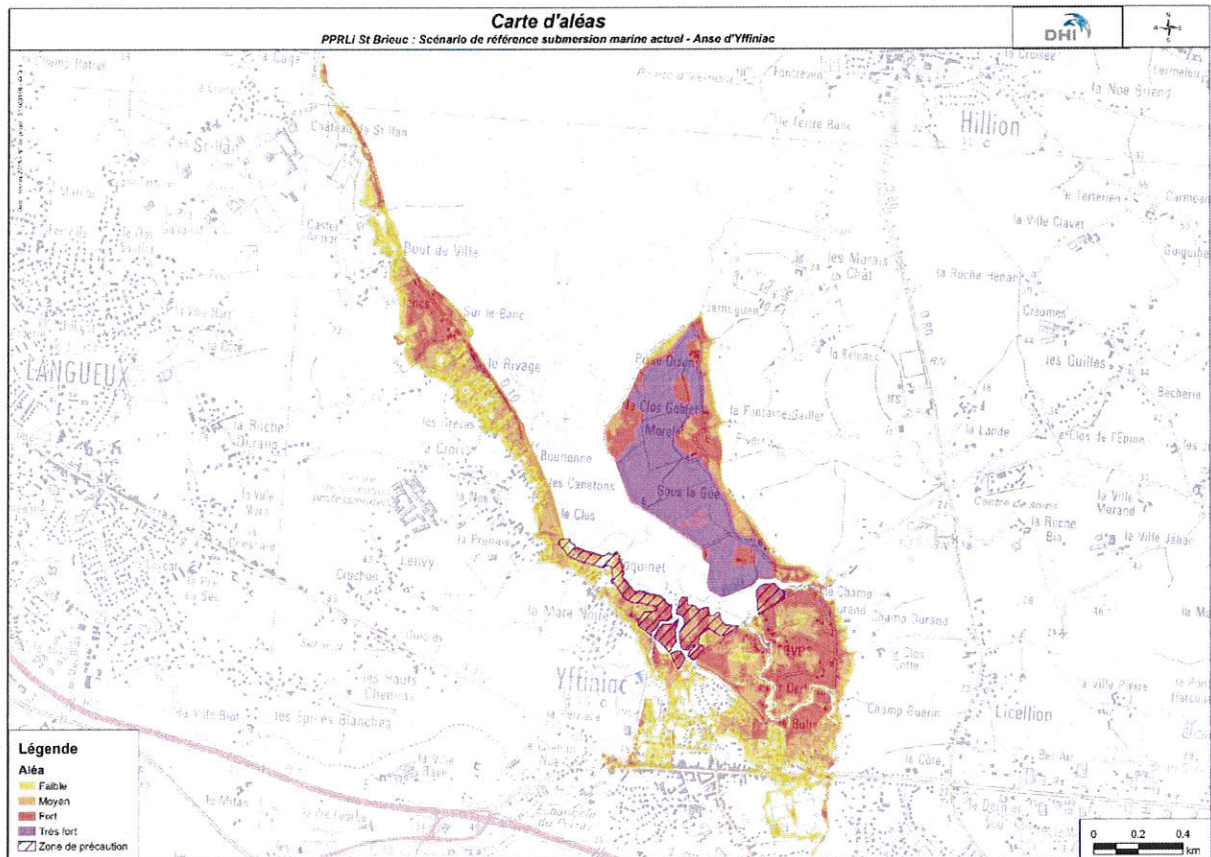
L'utilisation de ces catégories est justifiée par le danger croissant auquel les personnes sont exposées, lorsque la hauteur de l'inondation et/ou la vitesse d'écoulement augmente. Le graphique suivant montre ainsi que la capacité de déplacement d'une personne est fortement réduite dès lors que la hauteur d'eau dépasse 0,5 m ou la vitesse 0,25 m/s. Cette capacité est encore réduite pour un enfant ou pour un adulte non sportif. De ce fait, lorsque les fortes hauteurs et les fortes vitesses sont combinées, le déplacement à pied n'est plus possible, et toute évacuation requiert l'utilisation de bateaux motorisés.



Possibilités de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement (Source : DDE 84)

Caractérisation de l'aléa actuel

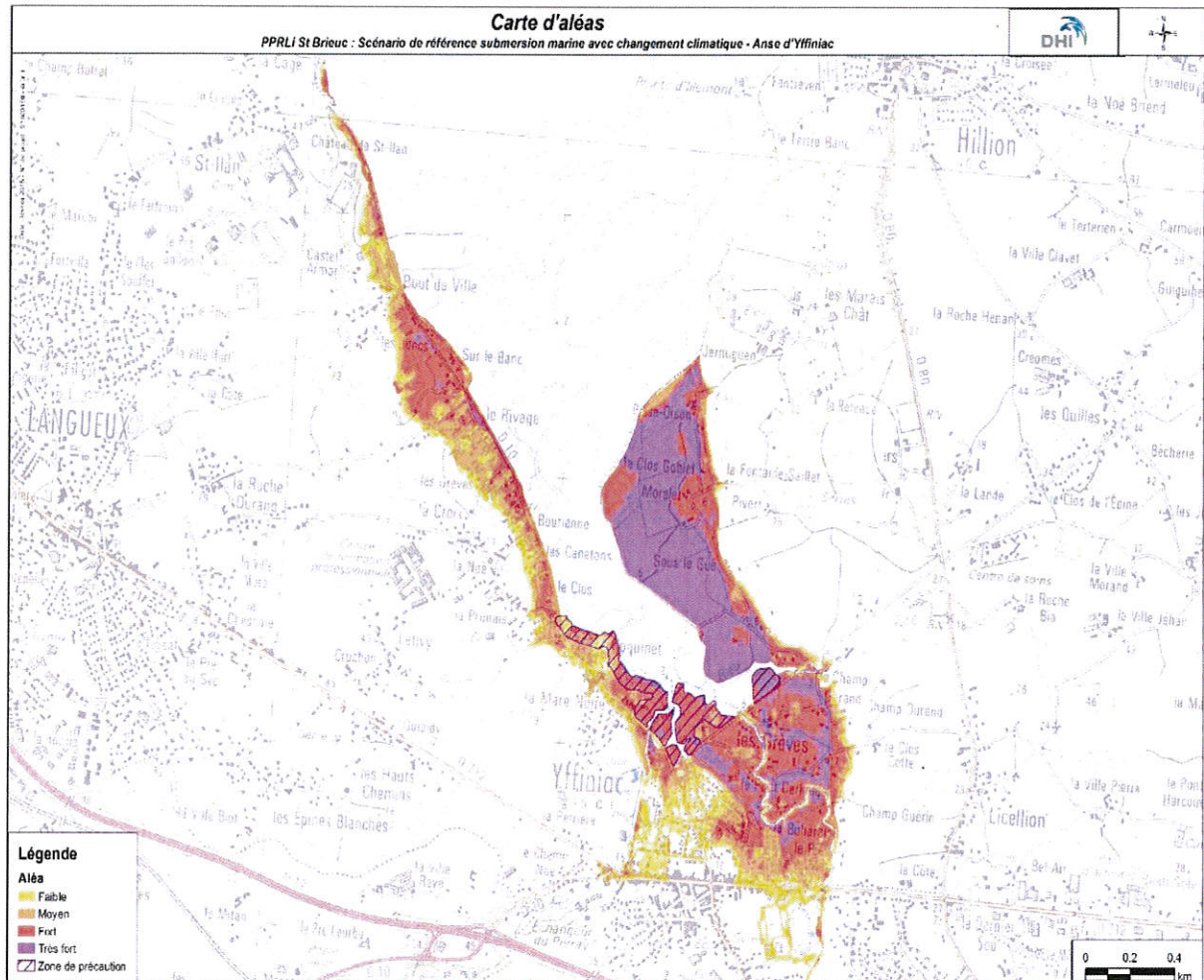
Exemple : La carte ci-après présente l'aléa maximal calculé pour l'événement de référence dit actuel à l'Anse d'Yffiniac.



Cartographie de l'aléa maximal - T100 actuel, anse d'Yffiniac

Caractérisation de l'aléa à l'horizon 2100

Exemple : La carte ci-après présente les résultats de calculs de l'aléa maximal de l'événement de référence avec la prise en compte du changement climatique (élévation du niveau des mers de 60cm) à l'horizon 2100.



Cartographie de l'aléa maximal - T100 avec changement climatique (2100), anse d'Yffiniac

6.5.6 Cartographie informative de l'aléa en absence d'ouvrage

L'ensemble des digues maritimes dans ce scénario sont considérées comme inexistantes. Ainsi on retrouve la cote du terrain naturel (à l'arrière des digues) le long du littoral modélisé.

Exemple : dans le cas du port du Légué, l'écluse et le déversoir sont eux aussi considérés comme inexistantes.

6.5.7 Bandes de précautions et de chocs mécaniques

Bandes de précaution

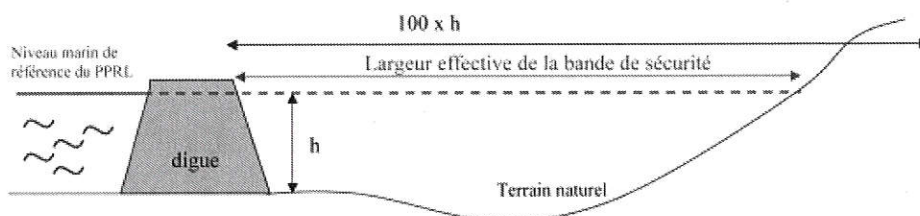
La circulaire du 27 juillet 2011 précise que dans la qualification des aléas submersion, des bandes de précaution (ou bandes de sécurité) doivent être appliquées afin de ne pas sous-estimer l'aléa local induit par les phénomènes à l'origine des submersions. Le phénomène à l'origine de la prise en compte de bandes forfaitaires de précautions sont les survitesses induites par la création de brèches dans les ouvrages ou cordons dunaires.

Il est précisé ci-dessous la largeur de ces bandes forfaitaires :

Localisation des bandes	Référence	Evènement pris en compte	Phénomènes observés	Dénomination de la bande	Détermination de la largeur	Niveau d'aléa
A l'arrière des tronçons de digue de premier rang ou des cordons dunaires vulnérables aux submersions	Circulaire du 27/07/2011 et guide	Rupture localisée de l'ouvrage ou de la structure	Formation d'une onde de rupture à partir de la brèche formée	L_r	$L_r = 100 * (\text{niveau marin de référence} - \text{TN aval})$ avec un minimum égal à 50 m	Très fort

Prise en compte des bandes de précaution dans la qualification de l'aléa submersion

Il est à noter que dans le cas d'une rupture d'ouvrage, la bande de précaution inhérente à ce phénomène doit être prise à partir du sommet aval de l'ouvrage. D'autre part, la largeur de la bande de précaution peut être réduite si la cote du terrain naturel aval dépasse la cote du niveau marin de référence (cf. figure suivante). Toutefois la bande forfaitaire" ne pourra dans aucun cas être inférieure à 50 mètres (sauf si le terrain naturel atteint la cote NGF du niveau marin de référence du PPRL)" comme inscrit dans la circulaire 27/07/2011. Pour les cordons dunaires, la même procédure a été appliquée.



Représentation de la bande de précaution à la suite d'une défaillance d'ouvrage
(Source : Circulaire du 27/07/2011)

Secteurs soumis aux chocs mécaniques

La zone soumise aux franchissements est sujette à des contraintes spécifiques, en particulier à des chocs mécaniques de vagues et de projections. L'aléa choc mécanique des vagues est donc distinct de l'aléa inondation. Dans les zones caractérisées par des franchissements modérés, la largeur de la zone soumise au déferlement peut être considérée par défaut comme égale à 25 m, et étendu à 50 m dans un contexte cyclonique.

Cette bande ne prend pas en compte les éventuelles projections de matériaux (sables, galets, etc...). Les secteurs soumis aux projections, autres aléas liés à la submersion marine, doivent être par conséquent identifiés. » (*Guide méthodologique : plan de prévention des risques littoraux – mai 2014 – ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie – page 111*).

La bande de précaution liée aux chocs mécaniques se traduit par la bande littorale impactée par la dissipation de l'énergie des vagues à la côte.

Le guide de la méthodologie des PPRL précise que dans la qualification des aléas submersion, les zones soumises à des chocs de vagues ou franchissements par paquets de mer doivent être classées en aléa fort à très fort :

Localisation des zones	Référence	Evènement pris en compte	Phénomènes observés	Dénomination de la bande	Détermination de la largeur	Niveau d'aléa
A l'arrière des perrés et ouvrages soumis à des franchissements par paquets de mer	Guide méthodo PPRL (page 125)	Surcote de déferlement (wave set-up)	Chocs mécaniques des vagues et projections	L_p	$L_p = 25$ m minimum ou évaluée à partir des observations historiques (RETEX)	Fort à Très fort

Prise en compte des bandes de précaution dans la qualification de l'aléa submersion

La détermination des secteurs soumis aux chocs mécaniques se base sur les critères suivant :

- La nature du trait de côte.
- Exposition à la houle.
- L'historique des dégradations.
- Les zones de dissipation de l'énergie sur l'avant littoral.
- La topographie.

La nature du trait de côte : Les chocs mécaniques ne sont pas appliqués sur les massifs dunaires et les zones naturelles. La dissipation de l'énergie de vagues sur les massifs dunaires et les zones naturelles se traduit généralement par une érosion du trait de côte, prise en compte par ailleurs dans l'aléa recul du trait de côte.

L'exposition à la houle : Les principaux facteurs entrant en jeu sur les chocs mécaniques et les projections sont les facteurs qui conditionnent l'énergie des vagues arrivant sur la côte.

Événements historiques ayant entraîné des dommages sur le littoral : Dégradation d'ouvrages côtiers : L'analyse historique apporte une information à prendre en compte. En effet, les dégradations d'ouvrages côtiers constituent un indicateur indirect des sollicitations auxquels sont soumis les ouvrages (cf. phase 1).

Les conditions particulières de terrain : une visite spécifique de terrain a été menée pour appréhender et identifier toutes les particularités qui sont susceptibles de moduler la bande de dissipation de l'énergie de la houle

Phase 3

**« caractérisation des enjeux
et de la vulnérabilité »**

Plan de prévention des risques littoraux et d'inondation de la baie de Saint-Brieuc



Note de synthèse du rapport de DHI :

Caractérisation des enjeux et de la vulnérabilité - phase 3

DDTM Côtes-d'Armor

12 juin 2015

SOMMAIRE

1.Contexte et objectifs.....	3
1.1 Contexte.....	3
1.2 Objectif	3
2.Caractérisation des enjeux.....	4
2.1 Méthodologie.....	4
2.1.1 Zone d'étude.....	5
2.1.2 Collecte des données.....	5
2.1.3 Echanges et concertation.....	5
2.1.4 Identification des enjeux surfaciques.....	6
2.2 Cartographie des enjeux.....	6
3.Caractérisation de la vulnérabilité.....	7
3.1 Méthodologie.....	7
3.1.1 Vulnérabilité des bâtiments.....	7
3.1.2 Population résidente exposée.....	8
3.1.3 Emplois.....	8
3.1.4 ERP.....	8
3.1.5 Equipements d'intérêt général.....	8
3.1.6 Voies de communication vulnérables ou intéressant la gestion de crise.....	9
3.1.7 Projets d'aménagement.....	9
3.1.8 Autres	9
3.2 Cartographies de la vulnérabilité.....	10
4.Zones d'expansion des crues.....	10

1. Contexte et objectifs

1.1 Contexte

Un plan de prévention des risques littoraux et d'inondation (PPRL-i) est en cours d'élaboration en baie de Saint-Brieuc. Ce projet, porté par la direction départementale des territoires et de la mer des Côtes d'Armor (DDTM22), repose sur l'étude des phénomènes suivants :

- la submersion marine et l'érosion littorale pour les communes de Saint-Brieuc, Plérin, Langueux, Yffiniac et Hillion,
- l'inondation par débordement du Gouët pour les communes de Saint-Brieuc, Plérin, La Méaugon, Trémuson et Ploufragan,
- l'inondation par débordement du Gouëdic pour la commune de Saint-Brieuc,
- l'inondation par débordement de l'Urne pour les communes de Langueux, Yffiniac et Hillion,
- l'inondation par débordement du Ruisseau de la Touche pour la commune d'Yffiniac,
- l'inondation par débordement du Ruisseau de la Touche et du Cré pour la commune d'Hillion.

Le présent document fait référence à la mission de Phase 3 caractérisation des aléas (submersion marine, inondation fluviale et érosion littorale) du rapport de DHI, et s'attache à présenter le cheminement du travail ayant conduit à l'élaboration des cartographies d'enjeux et des cartographies de vulnérabilité.

Le secteur du Douvenant, qui a fait l'objet d'une étude complémentaire, n'est pas présenté dans le rapport de phase 3 de DHI. La caractérisation des aléas, des enjeux et de la vulnérabilité de la vallée du Douvenant fait l'objet d'un rapport indépendant, également à disposition du public.

1.2 Objectifs

La mission de caractérisation des enjeux a pour objet de mettre en évidence les enjeux existants et futurs présents sur les secteurs soumis aux aléas identifiés en Phase 2 du rapport de DHI. Ces derniers font notamment référence aux personnes, biens, activités, infrastructures et patrimoine divers exposés aux phénomènes naturels étudiés dans le cadre du présent marché et susceptibles d'être affectés ou endommagés par ces derniers.

La connaissance simultanée des enjeux et de l'intensité des aléas permettra d'établir un zonage réglementaire sur le territoire des huit communes étudiées et d'y délimiter ainsi, dans une optique de sécurité des personnes et des biens, les secteurs sur lesquels de nouveaux aménagements ou de nouvelles constructions pourront être interdits ou autorisés sous conditions.

Par ailleurs, l'identification des enjeux servira de base à la quantification de la vulnérabilité du territoire et ainsi notamment à l'évaluation du nombre de personnes effectivement impactées par l'occurrence des phénomènes.

De manière plus générale, la phase de caractérisation des enjeux a également pour objectif d'acquérir une connaissance du territoire permettant d'organiser la gestion de crise en cas de survenue d'un aléa dans le cadre des PCS (plans communaux de sauvegarde) et intercommunaux.

2. Caractérisation des enjeux

2.1 Méthodologie

Conformément au guide méthodologique des plans de prévention des risques littoraux, les enjeux considérés dans le cadre de l'étude sont les suivants :

- les enjeux incontournables, à savoir :
 - les centres urbains denses,
 - les autres zones urbanisées,
 - les zones naturelles,
 - les zones d'activités spécifiquement liées à la mer,
 - les campings et hébergement de plein air.
- les enjeux complémentaires, à savoir :
 - les zones d'urbanisation future,
 - les établissements sensibles difficilement évacuables (crèches, écoles, hôpitaux, maisons de retraite, etc...),
 - les établissements recevant du public (établissements de service public, établissements commerciaux, établissements de loisirs, lieux de culte, etc...),
 - les espaces publics ouverts (parkings, terrains de sport, etc...),
 - les infrastructures de transport.
- les enjeux connexes disponibles, à savoir :
 - les enjeux stratégiques pour la gestion de crise (centres de secours, centraux téléphoniques et électriques, etc...),
 - les autres ouvrages et équipements d'intérêt général (stations d'épuration, équipements d'eau potable, etc...).

2.1.1 Zone d'étude

Dans le cadre de l'étude, les enjeux sus mentionnés ont été identifiés sur l'emprise délimitée en rouge sur la cartographie suivante. Les zones en eau résultant de l'étude menée en phase 2 y sont représentées en bleu.

Exemple :

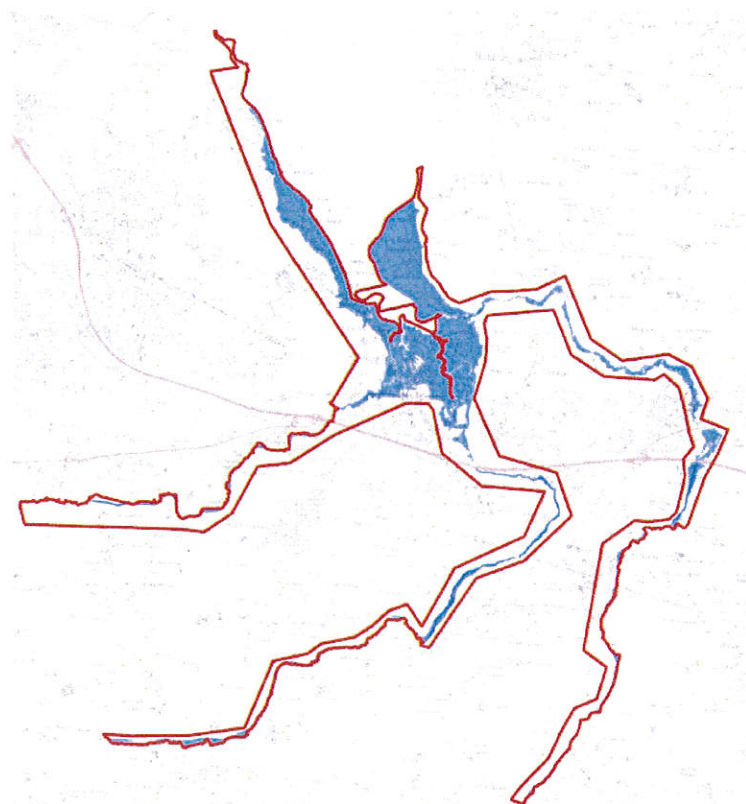


Figure 1 : Périmètre d'étude des enjeux à Langueux, Yffiniac et Hillion
(voir rapport DHI page 3 à 5 pour les autres secteurs)

2.1.2 Collecte des données

La phase de caractérisation des enjeux a débuté par un travail de recueil de données auprès de différentes structures (mairies, DDTM22, Saint-Brieuc Agglomération, SDIS....).

2.1.3 Echanges et concertation

Des échanges avec les communes et les établissements publics de coopération intercommunales (EPCI) associés ont été menés au cours :

- d'un comité technique en date du 10 février 2015,
- d'un comité de pilotage en date du 26 février 2015,
- d'un comité technique en date du 15 avril 2015.

2.1.4 Identification des enjeux surfaciques

Quatre types d'occupation du sol ont été mis en évidence sur la zone étudiée. Il s'agit :

- des centres urbains denses,
- des zones portuaires,
- des autres zones urbanisées,
- des zones non urbanisées ou naturelles.

2.1.4.1 Enjeux spécifiques

Typologie

Les enjeux spécifiques identifiés sont les suivants :

- les établissements recevant du public (ERP), à savoir :
 - les établissements sensibles,
 - les espaces publics ouverts et les équipements sportifs,
 - les autres ERP.
- les activités, à savoir :
 - les principaux établissements industriels et commerciaux ne recevant pas du public,
 - les élevages piscicoles.
- les ouvrages et équipement d'intérêt général, à savoir :
 - les équipements d'eau potable,
 - les stations d'épuration,
 - les autres équipements d'assainissement,
 - les postes électriques,
 - les répartiteurs téléphoniques,
 - les phares.
- les projets d'urbanisation future.

Enfin, il convient de noter la présence de deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ces installations se réfèrent à la zone de déchargement d'ammonitrates du quai du Légué ainsi qu'à l'usine de méthanisation attenante à la station d'épuration se trouvant dans la vallée du Gouédic.

2.1.4.2 Enjeux linéaires

Les enjeux linéaires identifiés sur la zone d'étude font référence aux infrastructures de transport et sont les suivants :

- les routes,
- les voies ferrées.

2.2 Cartographie des enjeux

Les différents enjeux mis en évidence sur le secteur d'étude sont matérialisés sur les cartographies (voir en annexe A du rapport DHI).

3. Caractérisation de la vulnérabilité

3.1 Méthodologie

La cartographie des enjeux a été réalisée sur une emprise plus large que celle correspondant à l'emprise exposée aux aléas. Afin de caractériser la vulnérabilité à proprement parler, c'est-à-dire de mettre en évidence les personnes, les biens et les activités effectivement susceptibles d'être menacés par la survenue d'un phénomène, seuls les enjeux situés dans les zones soumises aux aléas identifiées en phase 2 ont été retenus.

Les éléments chiffrés inhérents à la vulnérabilité et présentés dans la suite de ce document sont comptabilisés dans l'emprise de l'aléa centennal (aléa de submersion marine, aléa d'inondation fluviale ou aléa d'érosion littorale). Les superficies soumises à cet aléa, pour chacune des 8 communes concernées par le PPRLI, sont présentées dans un tableau page 12 et 13 du rapport de DHI. Les surfaces exposées demeurent modérées puisque moins de 5% des territoires communaux sont touchés par les phénomènes étudiés.

3.1.1 Vulnérabilité des bâtiments

En février 2015, DHI a réalisé une reconnaissance de terrain afin de définir la typologie des bâtiments exposés aux aléas. Ce travail a consisté à définir, pour chaque construction concernée, s'il s'agissait d'un bâtiment :

- de plain-pied,
- avec un étage (R+1),
- avec deux étages ou plus (R+2).

A noter que les bâtiments dont les combles ont été aménagés sont comptabilisés en R+1.

3.1.2 Population résidente exposée

• Tableau 1 : Population résidente exposée aux aléas centennaux

Commune	Nombre total d'habitants (Recensement INSEE 2011)	Nombre total "d'habitants fiscaux" (INSEE 2010)	Coefficient correcteur	Nombre total d'habitants exposés aux aléas	Population exposée aux aléas par rapport à la population totale
Hillion	4063	4154	0.98	385	9.5%
La Méaugon	1298	1277	1.02	10	0.8%
Langueux	7243	7109	1.02	775	10.7%
Plérin	14020	14141	0.99	1626	11.6%
Ploufragan	11234	11461	0.98	43	0.4%
Saint-Brieuc	46173	42640	1.08	287	0.6%
Trémuson	1957	1853	1.06	6	0.3%
Yffiniac	4763	5038	0.95	991	20.8%

3.1.3 Emplois

Comme pour la population, il est difficile de connaître avec précision le nombre d'emplois susceptibles d'être touché par l'occurrence des aléas centennaux.

3.1.4 ERP

Les ERP concernés sont les :

- 1°) Etablissement sensibles.
- 2°) Espaces publics ouvert et équipements sportifs.
- 3°) Autres ERP.

(voir rapport DHI page 19 et 20 pour connaître en détail les ERP recensés).

3.1.5 Equipements d'intérêt général

Trois types d'équipements d'intérêt général se trouvent dans la zone soumise aux aléas centennaux : des répartiteurs téléphoniques, des postes électriques et des postes de relèvement d'eau.

3.1.6 Voies de communication vulnérables ou intéressant la gestion de crise

Les voies de communication vulnérables ou intéressant la gestion de crise ont été mises en évidence. Ces dernières font référence aux principaux axes directement ou non directement exposés aux aléas mais dont la praticabilité se révèle primordiale pour la circulation des services de secours, la desserte par voie terrestre de certains quartiers et ainsi une gestion de crise optimale.

Il convient de souligner que certaines d'entre elles ne pourront, selon toute vraisemblance, pas être empruntées en raison de l'intensité des aléas qui les touche.

Les principaux axes identifiés sont référencés dans le rapport de DHI page 22.

3.1.7 Projets d'aménagement

3.1.7.1 Zones d'urbanisation future

Notons enfin que trois zones d'urbanisation futures ont été mises en évidence dans l'emprise des événements centennaux. Ces dernières concernent :

- deux sites à Langueux :
 - entre la Rue de la Venelle Buret et la Rue aux Chèvres,
 - entre la Rue aux Chèvres et la Rue de l'Allée Méno.
- un site à Yffiniac entre la Rue des Grèves et la Rue du Moulin.

Les aléas centennaux maximaux sont d'intensité moyenne pour ces trois sites.

3.1.7.2 Autres projets

A Plérin, le site de Véolia Netra Onyx fait actuellement l'objet d'un projet de réaménagement. Ce secteur, touché par un aléa centennal d'intensité moyenne, doit accueillir à terme deux bâtiments collectifs : un pour 24 logements privés et un pour 35 logements locatifs sociaux. Le permis de construire correspondant a été délivré en avril 2015.

A Saint-Brieuc, un projet est en cours sur le site d'Emmaüs afin de créer prochainement 40 logements supplémentaires. Précisons que, outre son centre d'hébergement, Emmaüs dispose également d'un bâtiment à vocations d'entrepôt et d'achalandage.

Notons enfin que le port du Légué fait actuellement l'objet d'un projet d'aménagement important dont la construction d'un quatrième quai de commerce prévu pour 2017/2018. Le site sur lequel le nouveau quai sera mis en place est présenté dans le rapport de DHI page 23.

3.1.8 Autres

Les cabines de plage à Plérin sur la plage des Rosaires possèdent une vulnérabilité particulière qu'il conviendra de traiter spécifiquement dans le zonage réglementaire.

De la même manière, les habitations saisonnières à Saint-Laurent-de-la-Mer (plage des Nouëlles et Anse aux Moines) ainsi que les constructions de la Grève du Valais à Saint-Brieuc devront être

traitées spécifiquement dans le règlement.

Les stockages temporaires d'ammonitrates sur le quai Sebert peuvent présenter une vulnérabilité particulière au regard d'une éventuelle rupture de charge (interruption du trafic) en cas de submersion marine.

Mentionnons également la présence du câble sous-marin (réseau) à Plérin (Les Rosaies).

Enfin, l'entreprise Cars Rouillard ne constitue pas un enjeu directement soumis aux aléas. Il convient toutefois de mentionner sa présence dans le secteur dans la mesure où, en situation de crise, cette société peut assurer la fourniture de moyens de transport.

3.2 Cartographies de la vulnérabilité

Les différents enjeux, effectivement vulnérables au regard, des aléas étudiés en phase 2 sont matérialisés sur les cartographies (voir en annexe B du rapport DHI).

4. Zones d'expansion des crues

Afin de garantir la conservation des zones d'expansion des crues (zones mises en eau sur des secteurs non urbanisés et contribuant ainsi à réduire les aléas sur les secteurs plus à l'aval), une réglementation spécifique peut être prévue pour conserver ces dernières. A titre d'information la carte page 25 du rapport de DHI, présente les secteurs occupés actuellement par des surfaces naturelles, et mis en eau pour un aléa centennal. Notons qu'une sélection a été opérée : seules les zones présentant des surfaces importantes susceptibles d'avoir un réel impact hydraulique ont été représentées sur la figure page 25 du rapport.

Toutes les zones naturelles mises en eaux pour la crue de référence ou sur les lits majeurs mis en évidence par l'approche hydrogéomorphologique devront assurer le libre écoulement des eaux en crue. Le règlement devra traiter cette question spécifiquement.