

DEPARTEMENT DES COTES D'ARMOR

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

ATLAS DES ZONES INONDABLES
DES COTES D'ARMOR
ATLAS 3

NOTE DE CALCUL HYDROLOGIQUE

Chef de Projet : Pierre-Alain RIELLAND

NTS20747H

Version 29/03/04



MARS 2004

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	1
II.	CALCULS DES DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE DE FREQUENCE DECENNALE	3
	II.1.1. Bassin versant du Jaudy	3
	II.1.2. Bassin versant du Guindy	3
	II.1.3. Bassin versant du Léguer	4
	II.1.4. Bassin versant du Guic	5
III.	EVALUATION DES DEBITS DE FREQUENCE DE RETOUR SUPERIEURE A 50 ANS	7
III.1.	Analyse statistique	7
III.2.	La méthode du Gradex	8
	III.2.1. Temps de base	8
	III.2.2. Gradex des pluies	9
	III.2.3. Rapport QIX/QJX	9
	III.2.4. Le point pivot	9
	III.2.5. Résultats	10
IV.	SYNTHESE DU CALCUL DES DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE	11
V.	FORTES CRUES RECENTES	12
VI.	DEFINITION DE L'ALEA	13
VII.	SUBMERSION MARINE	15
	ANNEXES	17
	ANNEXE 1 : EXTRAIT DES DEBITS INSTANTANES (CRUCAL) ISSUS DE LA BANQUE HYDRO	18
	ANNEXE 2 : RESULTATS DU LOGICIEL TROPHEE – AJUSTEMENT STATISTIQUE	19
	ANNEXE 3 : HYDROGRAMMES DE CRUE	20
	ANNEXE 4 : CALCUL DU DEBIT CENTENNAL PAR LA METHODE DU GRADEX	21
	ANNEXE 5 : CARTES DES NIVEAUX EXTREMES MARITIMES-SHOM	22

I. INTRODUCTION

L'objet de la présente note hydrologique est de déterminer les débits de crue de référence des cours d'eau de l'atlas 3 situés sur la partie Costarmoricaine du bassin J2 : cours d'eau côtiers du Trieux à la pointe de Blosson. Les cours d'eau retenus lors de la phase préliminaire sont :

- Le Guindy
- Le Jaudy
- Le Léguer
- Le Guic

Cette évaluation des débits doit permettre ensuite de définir l'aléa inondation sur l'ensemble de la zone.

En complément de cet aléa des inondations fluviales, la submersion marine sera prise en compte sur les communes côtières.

Conformément à la législation, ce débit de référence sera le débit centennal ou un débit mesuré historique si celui-ci est supérieur au débit centennal.

Le calcul sera mené aux différentes stations hydrométriques qui contrôlent les cours d'eau cités précédemment, à savoir :

Cours d'eau concerné	Nom de la station	Code hydrologique	Superficie du bassin versant contrôlée	Période d'observation	Nombre d'années d'observation(*)	Gestionnaire
Jaudy	Mantallot	J2023010	164 km ²	1981 - 2003	22 années	DIREN Bretagne
Guindy	Plouguiel	J2034010	125 km ²	1984-2003	19 années	DIREN Bretagne
Léguer	Pluzunet	J2233020	353 km ²	1993 - 2003	10 années	DIREN Bretagne
Léguer	Belle-Isle-en-Terre	J2233010	260 km ²	1972 - 2003	31 années	DIREN Bretagne
Guic	Guerlesquin (Trogoredec)	J2213120	13 km ²	1986 - 2003	17 années	DIREN Bretagne
Guic	Guerlesquin (Kerret)	J2213110	7.3 km ²	1986 - 2003	17 années	DIREN Bretagne

L'analyse hydrologique s'appuiera sur les données de ces stations autant que possible.

Cinq des stations ont plus de 15 années d'observations, ce qui offrent une taille d'échantillons statistiques correcte pour extraire des ajustements fiables.

En ce qui concerne la station de Pluzunet sur le Léguer dont la période d'observation est de seulement 10 ans, les données fournies par l'analyse statistique seront complétées par une analyse comparative avec des bassins versants proches homogènes.

(*)Années hydrologiques complètes (source B.HYDRO – 20/10/03)

Le débit centennal sera calculé par deux méthodes :

- Par ajustement statistique, en utilisant une loi de Gumbel,
- Par la méthode du Gradex.

II. CALCULS DES DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE DE FREQUENCE DECENNALE

Les débits instantanés maximaux de crue pour chaque année de mesure ont été extraits de la banque HYDRO en octobre 2003 (l'année hydrologique 2002 – 2003 est donc intégrée).

Les débits caractéristiques de crue, de fréquence décennale et plus et leurs intervalles de confiance à 95%, ont été calculés à partir d'**ajustements statistiques** à l'aide du logiciel CRUCAL d'HYDRO (lois de Gumbel ou log-normale). Lorsqu'on doit utiliser une autre loi ou rajouter des observations qui ne sont pas encore dans HYDRO, on utilise le logiciel TROPHEE de BCEOM. Les résultats sont en annexe 1 et 2.

Les valeurs trouvées par bassin versant sont les suivantes :

II.1.1. BASSIN VERSANT DU JAUDY

Les débits instantanés ont été évalués à partir d'un ajustement statistique de Gumbel sur TROPHEE en incluant les crues de janvier 1982 (39.1 m³/s) et la dernière crue de janvier 2004 (61 m³/s).

Débits maxi instantanés à Mantallot (Intervalle de confiance à 95%)	
Q10	56 m ³ /s [45 ;67]
Q20	66 m ³ /s [53 ;80]
Q50	80 m ³ /s [63 ;97]

II.1.2. BASSIN VERSANT DU GUINDY

Les débits instantanés ont été évalués à partir d'un ajustement statistique de Gumbel.

Débits maxi instantanés à Plouguiel (Intervalle de confiance à 95%)	
Q10	18 m ³ /s [13 ;36]
Q20	21 m ³ /s [17 ;52]

II.1.3. BASSIN VERSANT DU LEGUER

II.1.3.1. Ajustement statistique sur les données de la station

Les débits instantanés à la station de Belle Isle en Terre ont été évalués à partir d'un ajustement statistique de Gumbel.

Débits maxi instantanés à Belle-Isle-en-Terre (Intervalle de confiance à 95%)	
Q10	70 m ³ /s [61 ;88]
Q20	81 m ³ /s [71 ;100]
Q50	96 m ³ /s [82 ;120]

La station de Pluzunet n'est en service que depuis 1993, aussi l'échantillon de données permettant de faire l'ajustement statistique n'est que de 10 valeurs.

Le calcul des débits décennal et vingtenal reste donc à prendre avec prudence (intervalles de confiance très larges).

Débits maxi instantanés à Pluzunet (Intervalle de confiance à 95%)	
Q10	87 m ³ /s [71 ;150]
Q20	99 m ³ /s(80 ;180)

II.1.3.2. Estimation des débits par Myer

On peut estimer le débit décennal ainsi que les débits d'occurrence supérieure pour cette station, dont l'échantillon statistique est trop faible, par la formule de Myer.

On considère pour l'application de cette formule, qu'à l'échelle d'une région homogène, du point de vue des variables hydrologiques (topographie, géologie, pluviométrie), les débits spécifiques (l/s/km²) peuvent être considérés comme homogènes.

Cette hypothèse implique que les débits des cours d'eau soient directement reliés à la superficie du bassin versant.

Cette formule se traduit de la manière suivante :

$$Q_a = Q_b \times (S_a/S_b)^m$$

Q : débit

S : Surface du bassin versant correspondant

M : coefficient de Myer

Le coefficient de Myer est un coefficient régional, il est souvent égal à 0.8 en Bretagne. Toutefois, il est possible de faire une évaluation plus fine de ce coefficient.

Le tableau suivant fait une estimation du coefficient de Myer.

Crue Débit	Surface des bassins versants	Juin 1997	Octobre 1998	Décembre 1999	Octobre 1993	Janvier 1998
Mesuré à Belle-Isle- en-Terre sur le Léguer	260 km ²	20.8 m ³ /s	40.7 m ³ /s	73.6 m ³ /s	49.6 m ³ /s	32.5 m ³ /s
Mesuré à Pluzunet sur le Léguer	353 km ²	26.8 m ³ /s	48 m ³ /s	85.7 m ³ /s	66.2 m ³ /s	38.7 m ³ /s
Calcul du coefficient de Myer		0.83	0.54	0.50	0.94 m ³ /s	0.57 m ³ /s

Nous considérons donc comme valeur du coefficient de Myer pour le Léguer : **m = 0.68**.
(cette valeur est extraite de la moyenne des 4 valeurs test)

Les débits caractéristiques du Léguer à Pluzunet d'après Myer sur la station de Belle-Isle-en-Terre en amont sont les suivants :

Débits maxi instantanés à Pluzunet (Intervalle de confiance à 95%)	
Q10	86 m ³ /s
Q20	100 m ³ /s
Q50	118 m ³ /s

On remarque la cohérence du calcul des débits entre la méthode de Myer et l'ajustement statistique, puisque la différence au niveau du débit décennal est de 1 m³/s (soit 1%).

II.1.4. BASSIN VERSANT DU GUIC

Les débits instantanés ont été évalués à partir d'un ajustement statistique de Gumbel.

Débits maxi instantanés à Guerlesquin (Trogoderec) (Intervalle de confiance à 95%)	
Q10	4.4 m ³ /s [3.7 ;6.3]
Q20	5.1 m ³ /s [4.2 ;7.5]

Pour le Guic à Guerlesquin (Kerret), l'ajustement à une loi de Gumbel est mauvais (3 débits sortent de l'intervalle confiance à 95 % dont 1 de manière sensible). Aussi d'autres lois ont été testées.

L'ajustement par une loi Log-normale n'est pas concluant. Nous avons donc choisi l'ajustement par une loi exponentielle à 2 paramètres(voir annexe 2 :logiciel Trophee).

Les résultats sont exposés dans le tableau suivant.

Débits maxi instantanés à Guerlesquin (Kerret) (Intervalle de confiance à 90%)	
Q10	3.1 m ³ /s [2.2 ;4.0]
Q20	3.7 m ³ /s [2.6 ;4.96]
Q30	4.1 m ³ /s [2.8 ;5.4]

III. EVALUATION DES DEBITS DE FREQUENCE DE RETOUR SUPERIEURE A 50 ANS

III.1. ANALYSE STATISTIQUE

L'ajustement statistique sur les données des stations de jaugeage fournit une première évaluation des débits centennaux suivants (les débits au droit des cours d'eau non contrôlés sont extrapolés à l'aide de la formule de Myer) :

	Q ₁₀₀ par ajustement statistique
Jaudy à Mantallot	90 m ³ /s
Guindy à Plouguiel	43 m ³ /s
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	107 m ³ /s
Léguer à Pluzunet	127 m ³ /s
Guic à Guerlesquin (Kerret)	5.2 m ³ /s
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)	6.6 m ³ /s

Toutefois les séries de données (de 17 à 31 ans) sont trop faibles pour permettre d'évaluer correctement le débit centennal. Ces valeurs de débits sont donc uniquement indicatives, il est nécessaire d'appréhender ces données par une autre méthode.

III.2. LA METHODE DU GRADEX

La méthode du Gradex permet d'extrapoler le débit centennal à partir d'un point pivot suivant la droite d'ajustement des pluies en supposant qu'au-delà de ce débit, la totalité de la lame d'eau va ruisseler, c'est hypothèse forte de cette méthode.

III.2.1. TEMPS DE BASE

Le temps de base peut être estimé par le temps durant lequel $Q > Q_{\max} / 2$ (méthode CEMAGREF). Ce temps est mesuré à partir des hydrogrammes des principales crues des cours d'eau considérés, ces hydrogrammes sont présentés en annexe 3.

On remarque que les crues de 1995 et 1999 ont été une succession de pointes de crues (crues composées). Pour cette raison, il est difficile d'extraire des temps de base. Sur ces hydrogrammes, nous nous sommes donc appuyés sur la ou les pointes de crues les plus simples.

Rivière \ Crue	Crue de janvier 1995	Crue de décembre 1999	Crue de décembre 2000	Crue de février 2001	Temps de base moyen
Jaudy à Mantallot	40h *	18h	14h	16h	22h
Guindy à Plouguiel	24h *	29h	> 40 h	44h	34h
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	26h *	31h *	13h	34h *	26h
Léguer à Pluzunet	28h *	33h *	42h	36h *	35h
Guic à Guerlesquin (Kerret)	13h *	21h *	15h	6h	14h
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)	42h *	30h *	15h	15h	26h

(*) crues composées de plusieurs pics altérant la mesure du temps de base.

L'analyse de l'ensemble des hydrogrammes des cours d'eau montrent que les temps de base sont compris entre 6 h et 42 h avec une majorité se situant autour de 24 h.

Le Guic a un temps de base d'environ 14 h, néanmoins il a été démontré dans certaines études que l'influence du temps de base sur le calcul des débits par la méthode du Gradex n'est pas marqué pour un temps inférieur à 24 h.

On remarque également que le Léguer à Pluzunet et le Guindy à Plouguiel ont un temps de base moyen supérieur à 24 h mais celui ci ne dépasse pas 36 h.

En conclusion, nous retiendrons 24 h comme temps de base pour tous les cours d'eau.

III.2.2. GRADEX DES PLUIES

Le Gradex des pluies est la pente de la courbe d'ajustement statistique des pluies maximales saisonnières ou annuelles par la méthode de Gumbel.

La valeur de ce Gradex, pour une pluie journalière, est issue de l'étude de spatialisation des pluies extrêmes en Bretagne réalisée par Météo France pour la DIREN Bretagne en avril 2003. Ils ont été calculés par la méthode du renouvellement avec les données des postes pluviométriques de la Bretagne.

Les valeurs indiquées dans le tableau page suivante sont les valeurs moyennes par bassin versant pour la période hivernale (P1) du 1^{er} octobre au 30 avril.

	Gradex de 24 h
Jaudy à Mantallot	6.2
Guindy à Plouguiel	6.4
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	6.7
Léguer à Pluzunet	6.6
Guic à Guerlesquin (Kerret)	7.3
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)	7.3

III.2.3. RAPPORT QIX/QJX

Les rapports du débit instantané sur le débit journalier sont issus des débits mesurés à chaque station de jaugeage, ce sont des valeurs fournies par la banque Hydro (annexe 1).

Stations	QIX / QJX
Jaudy à Mantallot	1.50
Guindy à Plouguiel	1.12
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	1.26
Léguer à Pluzunet	1.35
Guic à Guerlesquin (Kerret)	1.95
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)	1.70

III.2.4. LE POINT PIVOT

L'analyse des courbes d'ajustement de Gumbel des débits permet de dégager une inflexion des courbes au-delà d'un débit de période de retour de 5 à 10 ans.

Nous considérerons comme point pivot le débit d'occurrence décennale.

III.2.5. RESULTATS

Les feuilles de calcul des débits par la méthode du Gradex se trouvent en annexe 4.

Les débits centennaux calculés par la méthode du Gradex sont donc :

	Q ₁₀₀ par la méthode du Gradex
Jaudy à Mantallot	99 m ³ /s
Guindy à Plouguiel	42 m ³ /s
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	130 m ³ /s
Léguer à Pluzunet	172 m ³ /s
Guic à Guerlesquin (Kerret)	5.9 m ³ /s
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)	8.8 m ³ /s

Les débits centennaux calculés par cette méthode sont supérieurs à ceux calculés par la méthode d'ajustement statistique. La méthode du Gradex, compte tenu de ces hypothèses, prend en compte le ruissellement de l'ensemble du volume de pluie tombée. Cette hypothèse peut parfois surestimer les débits, mais dans des conditions de terrains saturés en eaux, les coefficients de ruissellement peuvent être très importants et donc les hypothèses de la méthode peuvent s'appliquer. Les derniers épisodes de crues que la Bretagne a connus (1995, 1999 et 2000) ont fait suite à de longues périodes de pluie qui ont saturé les sols.

Nous retiendrons donc la valeur des débits centennaux calculés par la méthode du Gradex.

NB : dans l'étude préalable à la protection des inondations du centre ville de Belle-Isle-en-Terre réalisée par Hydratec et Biotec en août 2002, le calcul du débit centennal est de 140 m³/s, ce qui est proche de notre calcul.

IV. SYNTHÈSE DU CALCUL DES DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DE CRUE

Le tableau suivant rappelle les valeurs admises pour Q_{10} et Q_{100} :

	Q_{10}	Q_{100} Méthode du Gradex	Q_{100} / Q_{10}
Jaudy à Mantallot	56 m ³ /s	99 m ³ /s	1.8
Guindy à Plouguiel	18 m ³ /s	42 m ³ /s	2.3
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	70 m ³ /s	130 m ³ /s	1.9
Léguer à Pluzunet	86 m ³ /s	172 m ³ /s	2.0
Guic à Guerlesquin (Kerret)	3.1 m ³ /s	5.9 m ³ /s	1.9
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)	4.4 m ³ /s	8.8 m ³ /s	2.0

V. FORTES CRUES RECENTES

L'analyse des crues les plus importantes mesurées, est réalisée à partir des stations de jaugeages existantes fournissant des débits ayant une signification de fonctionnement hydrologique naturel du cours d'eau.

Crue Stations	Fev.1974	Jan.1982	Fev.1990	Jan.1995	Dec.1999	Dec.2000	Fev.2001
Jaudy à Mantallot		39.1 m ³ /s	37 m ³ /s	61 m ³ /s	73 m³/s	55 m ³ /s	69 m ³ /s
Guindy à Plouguiel			19 m ³ /s	28 m³/s	21 m ³ /s	7.5 m ³ /s	21 m ³ /s
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	74 m ³ /s	73 m ³ /s	65 m ³ /s	79 m ³ /s	74 m ³ /s	111 m³/s	68 m ³ /s
Léguer à Pluzunet				83 m ³ /s	86 m ³ /s	93 m³/s	76 m ³ /s
Guic à Guerlesquin (Kerret)			2.0 m ³ /s	1.8 m ³ /s	1.8 m ³ /s	5.0 m³/s	4 m ³ /s
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)			4.0 m ³ /s	2.8 m ³ /s	4.4 m ³ /s	5.6 m³/s	4.6 m ³ /s

Débits de pointe de crue

Crue Stations	Fev.1974	Jan.1982	Fev.1990	Jan.1995	Dec.1999	Dec.2000	Fev.2001
Jaudy à Mantallot		5 ans	4 ans	> 10 ans	> 20 ans	10 ans	> 10 ans
Guindy à Plouguiel			5 ans	> 20 ans	< 10 ans	2 ans	< 10 ans
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	< 10 ans	< 10 ans	5 ans	20 ans	10 ans	50 ans	< 10 ans
Léguer à Pluzunet				4 ans	< 10 ans	> 10 ans	5 ans
Guic à Guerlesquin (Kerret)			5 ans	2 ans	3 ans	> 20 ans	> 20 ans
Guic à Guerlesquin (Trogoderec)			< 10 ans	2 ans	10 ans	> 20 ans	> 10 ans

Période de retour

Un des événements les plus marquants depuis 30 ans sur l'ouest de la zone d'étude est la crue de décembre 2000 qui a une occurrence comprise entre 10 et 50 ans.

Sur l'est de la zone d'étude (Jaudy et Guindy), ce sont les crues de 1995 et 1999, avec des occurrences de 10 à 20 ans.

VI. DEFINITION DE L'ALEA

L'analyse des occurrences des crues les plus importantes sur l'ensemble de la zone d'étude a montré qu'aucune crue ne dépassait une période de retour de 20 ans (hormis la crue de décembre 2000 dont la fréquence est de 50 ans pour le Léguer à Belle-Isle-en-Terre) .

Compte tenu de la réglementation sur les risques inondation (loi du 2 février 1995 en particulier), l'aléa inondation doit être caractérisé par rapport à une crue plus importante donc plus rare (fréquence de retour centennale).

Pour chaque bassin versant de la zone d'étude, le débit centennal a été évalué par la méthode du Gradex comme nous l'avons vue dans les chapitres précédents.

Aujourd'hui, excepté dans les secteurs ayant fait l'objet de modélisations hydrauliques, seuls les niveaux d'eau atteints lors d'événements connus sont appréciables. Il est donc nécessaire d'estimer une surcote à appliquer au niveau d'eau atteint lors des crues connues pour évaluer les niveaux d'eau atteint pour une crue exceptionnelle, de type centennale.

Cette surcote est définie en fonction des différentes études hydrauliques qui ont été réalisées sur le secteur et qui ont étudiées la crue centennale.

Au cours de ces études, des modélisations mathématiques ont été mises en œuvre et ont donc permis de calculer le niveau d'eau atteint lors de la crue centennale. Ces niveaux d'eau ont été comparés au niveau d'eau atteint lors d'événements connus et des surcotes peuvent ainsi être évaluées.

Sur la zone traitée, on recense une seule étude hydraulique :

- Etude préalable à la protection des inondations du centre ville de Belle-Isle-en-Terre – Hydratec - Biotec – Août 2002.

Ceci n'étant pas suffisant pour estimer une surcote moyenne pour les cours d'eau traités, nous avons repris une étude d'un cours d'eau proche géographiquement et relativement homogène du point de vue hydrologique : le Trieux.

- Etude du risque d'inondation de Guingamp et Pontrieux – BCEOM – Février 2003.

Le tableau suivant reprend l'ensemble des données de surcotes issues de ces études.

Localisation de l'évaluation de la surcote	Surcote entre la crue connue et la crue centennale	Crue de comparaison (crue connue)	Temps de retour de la crue de comparaison
Le Trieux à Guingamp	+ 1 m	Crue de janvier 1995	10 ans
Le Trieux à Pontrieux	+ 1m	Crue de décembre 1999	15 ans
Le Léguer à Belle-Isle-en-Terre	+ 0.75 m	Crue de décembre 2000	50 ans
Le Guic à Belle-Isle-en-Terre	+ 0.75 m	Crue de décembre 2000	50 ans

Remarque importante : Les surcotes indiquées sont des moyennes, et elles sont considérées hors des zones d'influences des ouvrages qui peuvent provoquer des mises en charge et donc des surcotes très importantes : ces particularités très locales ne sont pas prises en compte dans le cadre de cet atlas.

L'analyse de ce tableau montre que **la surcote moyenne est de l'ordre du mètre** par rapport à la crue la plus importante connue sur l'ensemble des zones étudiées.

Pour la crue exceptionnelle, référence pour l'établissement des aléas inondation, **nous proposons de retenir comme niveaux de référence sur l'ensemble de la zone d'étude les niveaux atteints par les plus fortes crues (1995, 1999, 2000, 2001) rehaussés de 1 m.**

L'aléa peut se caractériser par la hauteur de submersion, principal paramètre physique caractérisant les inondations du secteur d'étude (crues lentes de plaine) :

- Aléa fort : hauteur d'eau supérieure à 1 m,
- Aléa moyen : hauteur d'eau comprise entre 0.5 m et 1 m,
- Aléa faible : hauteur d'eau inférieure à 0.5 m.

VII. SUBMERSION MARINE

La zone d'étude est caractérisée par sa proximité de la côte, aussi les inondations rencontrées, peuvent s'expliquer d'une part par les débits importants des cours d'eau mais également par des niveaux d'eau important de la mer. Dans ces conditions, les zones proches du rivage connaîtront plutôt une submersion marine.

Il est donc important de connaître les niveaux d'eau maximaux atteints par la mer pour définir l'aléa de la submersion marine.

Les fluctuations du niveau de la mer ont deux origines :

- ✓ La marée astronomique,
- ✓ Les surcotes liées aux conditions météorologiques.

• La marée astronomique

La prévision de la marée astronomique se fait avec une bonne précision depuis la seconde moitié du siècle dernier. En France, ces prévisions sont répertoriées dans l'annuaire des marées. La méthode de prévision de marée utilisée ne prend en compte que les forces dues à l'action périodique des astres. Les phénomènes météorologiques sont donc omis.

Sur notre secteur d'étude la prévision des marées est calculée dans plusieurs ports, le tableau suivant reprend la cote d'eau moyenne atteinte pour un coefficient de marée :

Nom	PHM	PM95	PM45	NM	BM45	BM95	PBM	Zéro hydro
Tréguier	11.05	9.9	7.8	5.7	3.7	1.4	0.15	- 5.280 m
Perros- Guirec	10.35	9.4	7.4	5.5	3.5	1.3	0.15	- 4.985 m
Trébeurden	10.15	9.2	7.4	5.5	3.6	1.4	0.25	- 5.020 m
Locquirec	10.05	9.1	7.3	5.4	3.5	1.3	0.15	- 4.995 m

Les cotes sont données en m cote marine (CM), la conversion en m IGN69 se fait de la façon suivante :

$$Z \text{ m IGN 69} = Z \text{ m CM} + \text{Zéro hydro}$$

- Z : Niveau de marée
PHM : Plus Haute Mer astronomique,
PM95 : Pleine mer de vive-eau moyenne,
PM45 : Pleine mer de morte-eau moyenne,
NM : Niveau moyen,
BM45 : Basse mer de morte-eau moyenne,
BM95 : Basse mer de vive-eau moyenne,
PBM : Plus basse mer astronomique.

La comparaison d'une hauteur d'eau prédite à celle mesurée par un marégraphe montre souvent une différence significative. C'est ce qu'on appelle le phénomène de surcote ou de décote.

• Le Phénomène de surcote/décote

Ce phénomène qui n'est pas périodique et indépendant de la marée est dû à l'influence des conditions météorologiques. Il dépend :

- ✓ De la pression barométrique : on peut admettre que le niveau s'élève d'autant de centimètres que la pression a baissé de millibars.
- ✓ Des vents.
- ✓ Du déferlement des vagues.
- ✓ D'autres paramètres comme les courants, les seiches (oscillations de bassins)...

Les surcotes et décotes sont amplifiées en fonds de baie ou d'estuaire, et minimisées au niveau des caps et des avancées. De la même façon, des fonds accores ou des fonds faibles modifient également l'amplitude de ces phénomènes.

Le SHOM a réalisé en 1994, une cartographie des niveaux extrêmes le long des cotes de France à partir de l'analyse statistique des mesures dans les ports équipés de marégraphes.

Niveau de référence

Afin de définir la cote de référence pour la submersion marine, nous utiliserons les données proposées par cette étude (cf. annexe 5), et nous prendrons comme niveau de référence, le niveau maximal de période de retour centennale.

Ainsi pour chaque commune, nous avons :

Communes (PHM en m IGN69)	Cote de référence en m IGN 69
Penvenan	5.8
Trévou-Tréguignec	5.8
Trélevern	5.7
Louannec	5.7
Perros-Guirec	5.6
Trégastel	5.5
Lannion	5.5

L'aléa peut se caractériser par la hauteur de submersion marine, nous retiendrons les mêmes aléas que pour la submersion fluviale, à savoir :

- Aléa fort : hauteur d'eau supérieure à 1 m,
- Aléa moyen : hauteur d'eau comprise entre 0.5 m et 1 m,
- Aléa faible : hauteur d'eau inférieure à 0.5 m.

Dans le cas où les terres seraient protégées par une digue, l'aléa sera réalisé en considérant celle-ci transparente (hypothèse de la surverse et/ou de la rupture de la digue).

ANNEXES

**ANNEXE 1 :
EXTRAIT DES DEBITS INSTANTANES (CRUCAL)
ISSUS DE LA BANQUE HYDRO**

**ANNEXE 2 :
RESULTATS DU LOGICIEL TROPHEE –
AJUSTEMENT STATISTIQUE**

ANNEXE 3 : HYDROGRAMMES DE CRUE

**ANNEXE 4 :
CALCUL DU DEBIT CENTENNAL
PAR LA METHODE DU GRADEX**

**ANNEXE 5 :
CARTES DES NIVEAUX EXTREMES MARITIMES -
SHOM**