

CAMPAGNE DE NIVELLEMENT AU FORT BOYARD (CHARENTE-MARITIME) 20 Avril 2011

Thomas GOURIOU⁽¹⁾, Médéric GRAVELLE, Camille LETETREL et Mikhail KARPYTCHEV



⁽¹⁾ auteur correspondant : thomas.gouriou@univ-lr.fr

1. Organisation de la mission

1.1. Contacts

Participants	Laboratoire / Structure	Titre ou Fonction
Thomas Gouriou (<i>TG</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Chercheur doctorant
Médéric Gravelle (<i>MG</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Ingénieur d'études
Camille Letetrel (<i>CL</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle) ^v	Docteur contractuel
Mikhail Karpytchev (<i>MK</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences

Contacts sur le terrain		
Eric Buron (<i>EB</i>)	Adventure Line Productions	Directeur de Production
Laurent Fazilleau (<i>LF</i>)	Adventure Line Productions	Régie maritime

Personnes à informer		
Didier Loriou (<i>DL</i>)	Conseil Général de la Charente-Maritime	Direction de la Mer
Guy Wöppelmann (<i>GW</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Maître de Conférences
Pascal Tiphaneau (<i>PT</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	ITRF / Adjoint technique
Jean-Claude Mercier (<i>JCM</i>)	LIENSs (Université de La Rochelle)	Professeur

- **Eric BURON** : directeur de production de l'émission de télévision « Fort Boyard », ALP
E-mail : eric.buron@alp.tv
- **Didier LORIOU** : direction de la mer et de la coopération, Conseil Général de la Charente-Maritime
Tel : 05.46.87.72.72
E-mail : didier.loriou@cg17.fr

1.2. Matériel emporté

- 1 trépied bois LEICA
- 1 embase avec plomb optique
- 1 niveau optique LEICA NA2
- 1 mire télescopique en aluminium, de 1 à 4 mètres
- 2 embases crapauds
- 1 ordinateur portable
- 1 appareil photographique numérique

1.3. Déroulement de la mission

• Mercredi 20 avril 2011

06h45 : départ de l'Institut du Littoral et de l'Environnement direction Pointe de la Fumée (Fouras)

07h30 : rendez-vous avec Eric Buron à l'embarcadère de la Pointe de la Fumée

08h05 : arrivée, à bord du *Sea Surfer*, au fort Boyard (environ 20 minutes de traversée)

09h - 11h : nivellement géométrique

11h20 : départ du fort Boyard

2. Objectifs et contexte

Objectifs : Retrouver les repères SH1 et SH2 du SHOM et effectuer un nivellement géométrique des repères du fort Boyard.

Contexte : Des travaux de recherche sont actuellement en cours pour reconstituer l'évolution du niveau de la mer dans la rade de l'île d'Aix, de 1824 à nos jours. La série marégraphique du fort Boyard (1873-1909) apporte une grande contribution à cette étude et il est, par conséquent, important de pouvoir s'assurer de la stabilité des repères de marée du fort Boyard, et ainsi contrôler la stabilité des mesures marégraphiques réalisées au fort. L'objectif est donc de niveler les repères retrouvés sur le fort et de comparer ce nivellement à ceux effectués en 1878 et en 1960. Les premières campagnes de mesures effectuées sur le fort en 2009 (le rapport de mission est disponible en ligne à l'adresse <http://www.sonel.org/-Documentation-.html>) n'ont pas permis de niveler l'ensemble des repères anciens, en particulier les repères SH1 et SH2 mentionnés ci-dessus. C'est pourquoi il était important de pouvoir compléter ces premières campagnes par une nouvelle mission de nivellement.

3. Présentation du site

3.1. Localisation

Le fort Boyard est situé sur la façade atlantique française, à l'intérieur des pertuis charentais, dans le département de la Charente-Maritime (17). Le fort, situé sur la commune de l'île d'Aix, est une propriété du Conseil Général de la Charente-Maritime et est loué à la société « *Adventure Line Productions* » (ALP) pour la réalisation d'émissions de télévision.

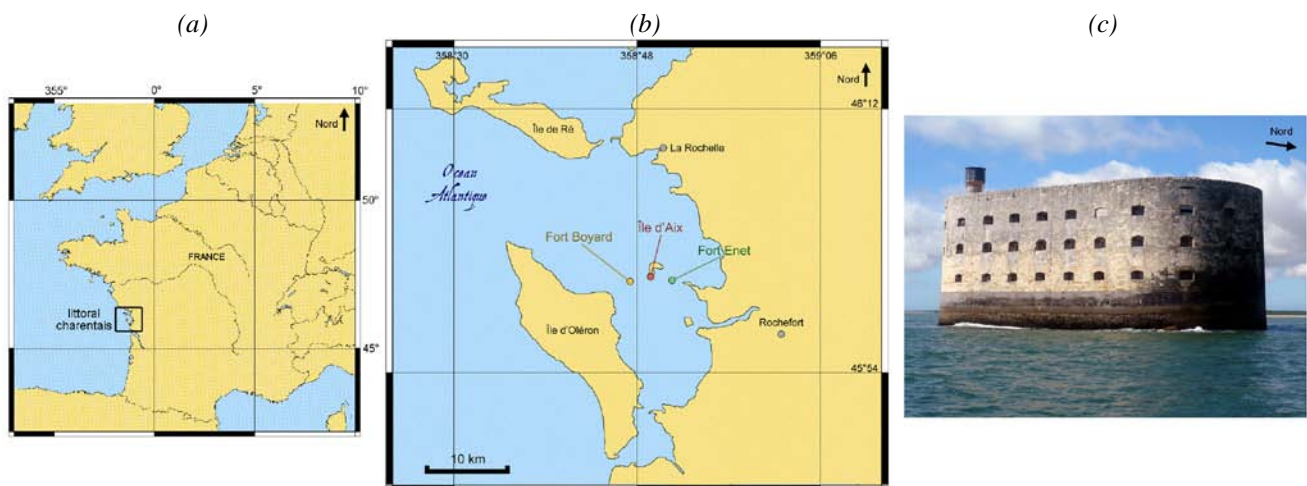
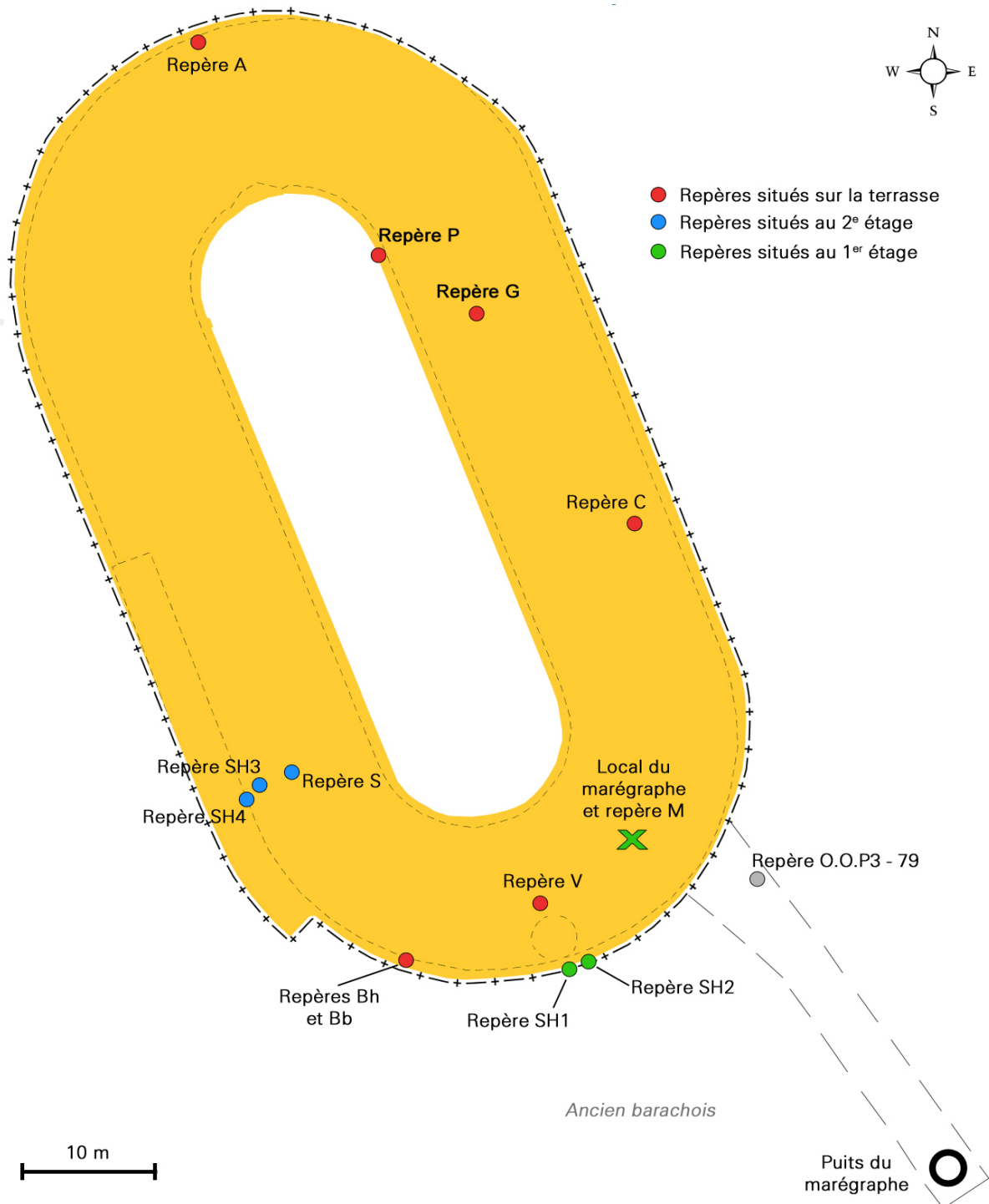


Schéma 1 : (a) carte de la France avec localisation du littoral charentais ; (b) carte du littoral charentais avec localisation du fort Boyard ; (c) photo du fort Boyard

3.2. Description des repères



*Schéma 2 : localisation des différents repères répertoriés au fort Boyard :
fond de carte provenant du site internet du plan cadastral français (<http://cadastre.gouv.fr>)*

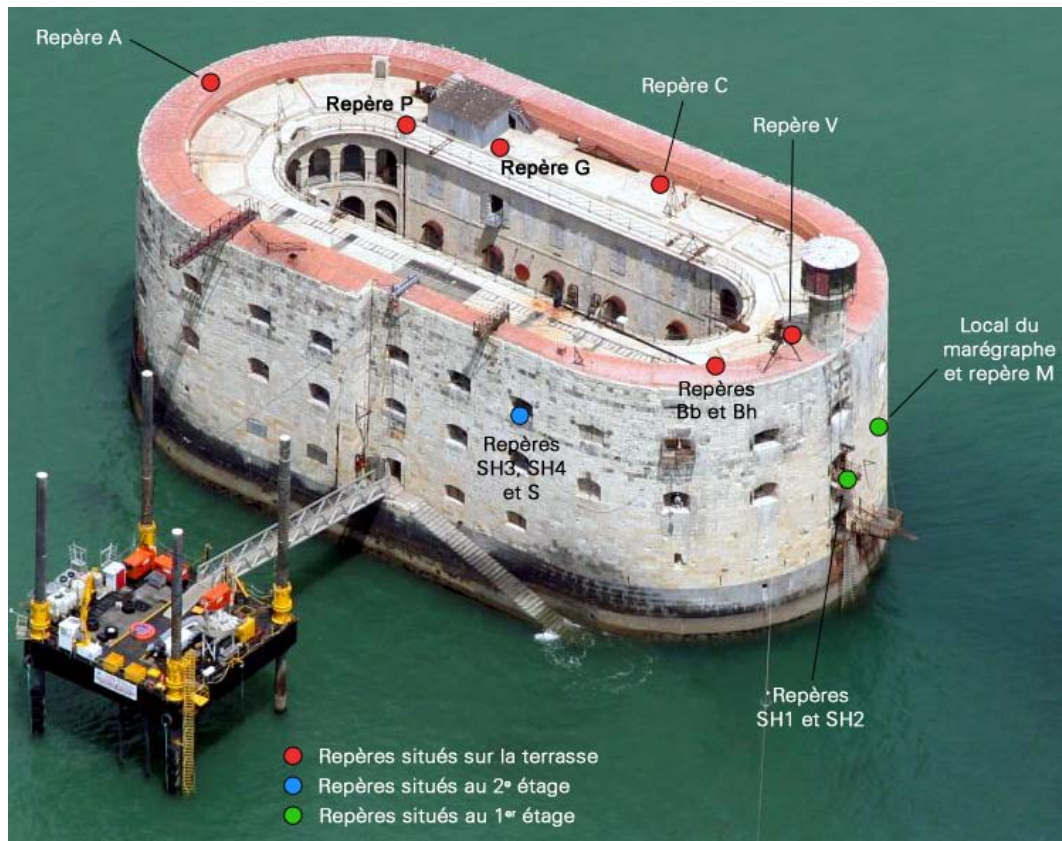


Schéma 3 : localisation des différents repères répertoriés au fort Boyard : photo de Philippe Dufour, 2008

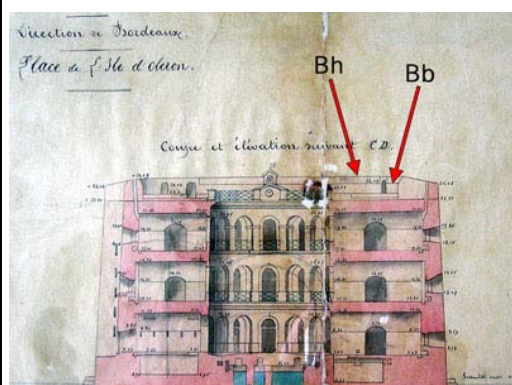
REPÈRE A (détruit)			
Période : 1866 à 1996		Type : Repère naturel	
En 1957 :	En 1966 :	En 2011 :	
Description de l'IGN : Boulon en bronze scellé dans la partie supérieure du bâtiment. Repère détruit lors des travaux de rénovation de la terrasse du fort en 1996.			
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence	Source
1957	a	+ 23,85 m NGF-IGN69	Précision décimétrique http://geodesie.ign.fr/fiches/ (consulté le 26 avril 2011)

REPERE BB (existant)

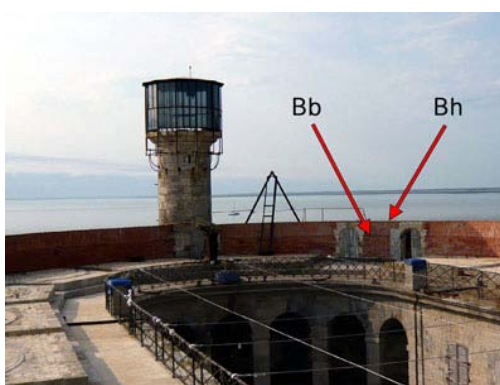
Période : 1866 à aujourd'hui

Type : Repère naturel

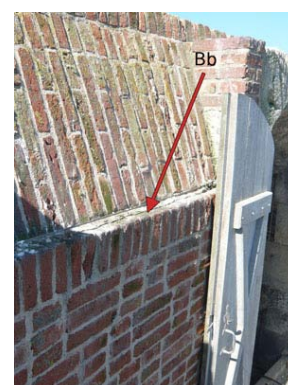
En 1878 :



En 2009 :



En 2011 :



Description : Le repère Bb correspond au dessus du rebord situé à mi-hauteur du mur de brique de la terrasse. Ce mur a été presque entièrement reconstruit lors des travaux de rénovation de 1996 puis de 1999 de la terrasse du fort.. Seule une petite portion du mur initial a été conservée, comme mur témoin. Il s'agit de la partie du mur située entre les deux portes, au sud ouest du fort, à l'endroit où ont été défini les repères Bb et Bh.

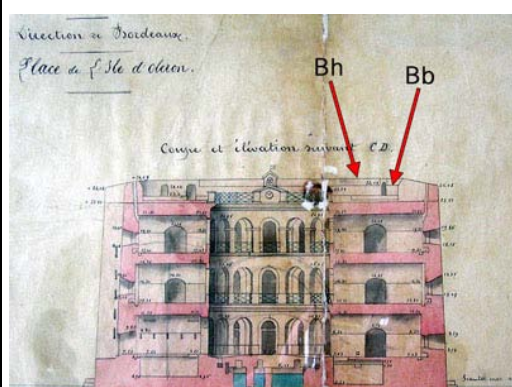
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1878	-	+ 24,04 m	NGF-Bourdalouë	« Fort Boyard en mer, plan du 10 mars 1878 », archives du CG17, série J, cote 12J23 pièce 636
2009	Bb	+ 23,51 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m
2011	Bb	+ 23,51 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE BH (existant)

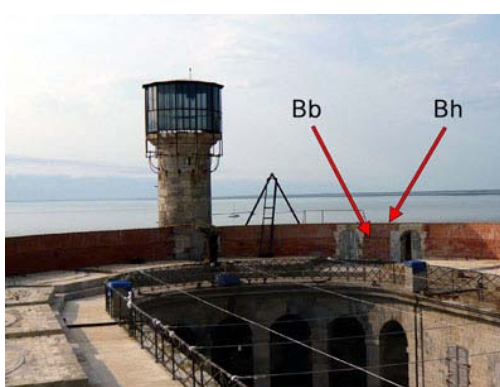
Période : 1866 à aujourd'hui

Type : Repère naturel

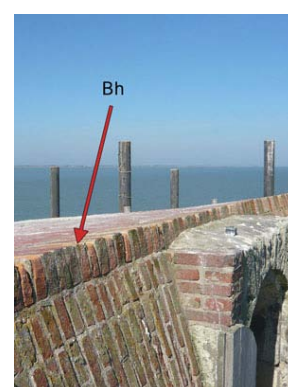
En 1878 :



En 2009 :



En 2011 :



Description : Le repère Bh correspond au sommet du mur de brique qui longe la terrasse du fort. Ce mur a été presque entièrement reconstruit lors des travaux de rénovation de 1996 puis de 1999 de la terrasse du fort.. Seule une petite portion du mur initial a été conservée, comme mur témoin. Il s'agit de la partie du mur située entre les deux portes, au sud ouest du fort, à l'endroit où ont été défini les repères Bb et Bh.

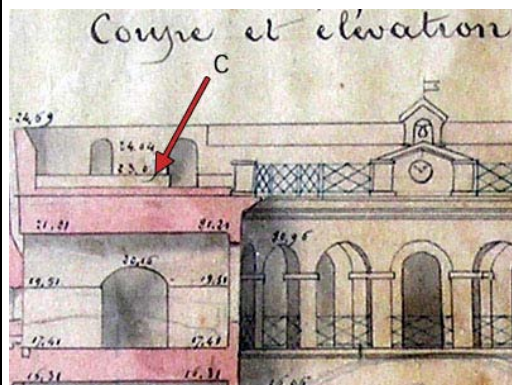
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1878	-	+ 24,69 m	NGF-Bourdalouë	« Fort Boyard en mer, plan du 10 mars 1878 », archives du CG17, série J, cote 12J23 pièce 636
2009	Bh	+ 24,26 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m
2011	Bh	+ 24,28 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE C (existant)

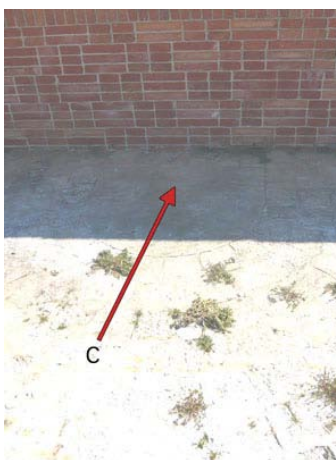
Période : 1866 à aujourd'hui

Type : Repère naturel

En 1878 :



En 2011 :



Description : Le repère C correspond au sol de la sur-terrasse sur laquelle reposaient les canons (terrasse du fort).

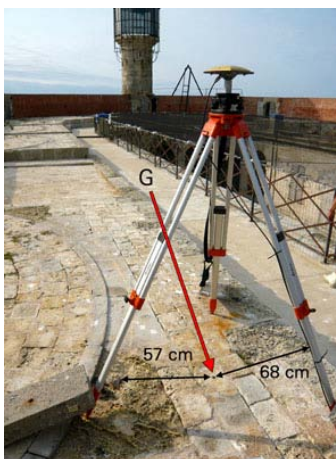
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1878	-	+ 23,09 m	NGF-Bourdalouë	« Fort Boyard en mer, plan du 10 mars 1878 », archives du CG17, série J, cote 12J23 pièce 636
2011	P	+ 22,54 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE G (existant)

Période : 2009 à aujourd'hui

Type : Rivet en bronze

En 2009 :



En 2011 :



Description : Boulon en alliage de bronze (comportant une marque de centrage) scellé par une équipe de l'UMR 6250 LIENSs le 20 juillet 2009, à proximité de l'héliport, sur la terrasse du fort, au nord-est. Il est situé à 68 cm du bord ouest, 57 cm d'un bout de métal scellé et 138 cm de l'angle sud-ouest de l'abri gris.

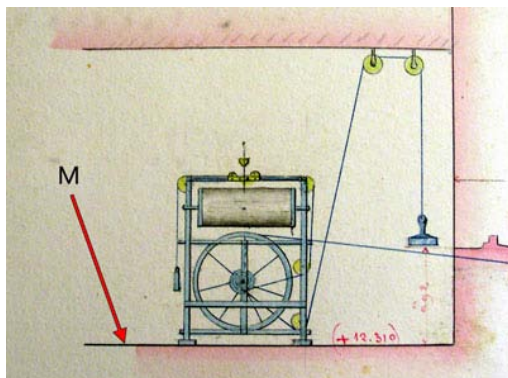
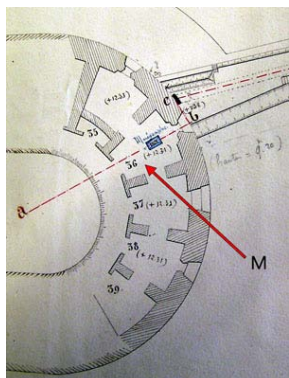
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
2009	G	+ 22,54 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE M (existant)

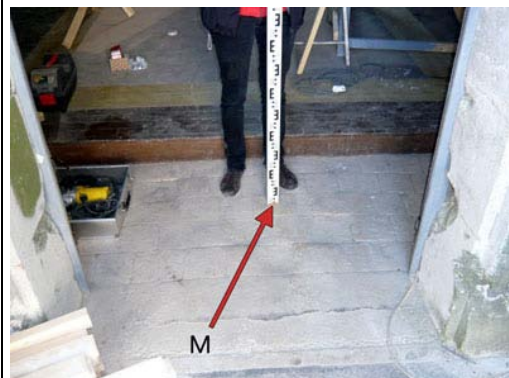
Période : 1866 à aujourd'hui

Type : Repère naturel

En 1878 :



En 2011 :



Description : Le repère M correspond au sol de la casemate dans laquelle était installé le marégraphe de 1873 à 1909. Cette casemate (numéro 118) est située au 1^{er} étage, orientée légèrement sud-sud/est (côté vigie). Aujourd'hui, cette casemate abrite un jeu destiné à l'émission de télévision « Fort Boyard », et est connue sous le nom de « salle du billard ». Le sol de la casemate est en partie recouvert d'un parquet, depuis la fenêtre jusqu'aux $\frac{3}{4}$ de la salle en se dirigeant vers la porte, mais le sol est d'origine.

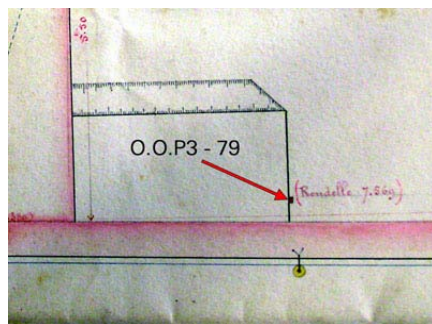
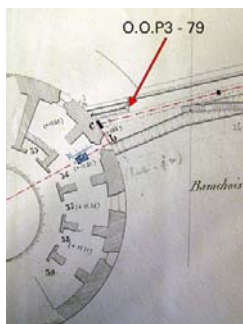
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1878	-	+ 12,31 m	NGF-Bourdalouë	« Fort Boyard en mer, plan du 10 mars 1878 », archives du CG17, série J, cote 12J23 pièce 636
2011	Bh	+ 11,73 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE O.O.P3-79 (détruit)

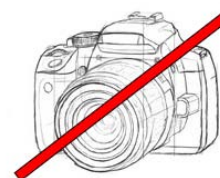
Période : 1868 à 1955

Type : Repère Bourdalouë

En 1882 :



En 2011 :



Repère détruit

Description : Repère de type « Bourdalouë, Charente inférieure » scellé sur le mur de cale de la jetée sud-est de l'ancien barachois. Il existe un doute sur la continuité du repère. En effet, l'ancien repère correspondant à cette description se nommait « Ile d'Oléron, n°51 », et même s'il se situait exactement au même endroit que le repère O.O.P3-79, leurs altitudes dans le réseau NGF-Lallemand diffèrent de 5 cm. Peut-être a-t-il été déplacé ?

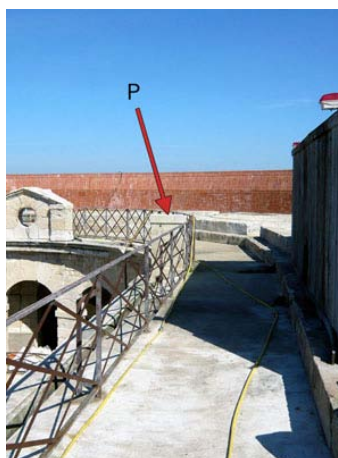
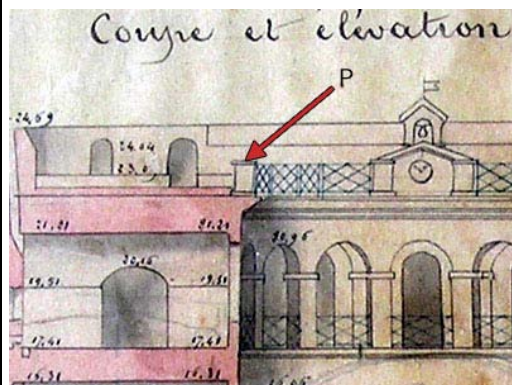
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1868	Ile d'Oléron, n°51	+ 7,569 m	NGF-Bourdalouë	« Île d'Oléron, traverses de 4 ^e ordre », archives de l'IGN, cote 90-422 SGN/IGN
1929	Ile d'Oléron, n°51	+ 6,99 m	NGF-Lallemand	« Île d'Oléron, traverses de 4 ^e ordre », archives de l'IGN, cote 90-422 SGN/IGN
1957	O.O.P3-79	+ 6,939 m	NGF-Lallemand	Cahier de « Calcul des altitudes des repères, réseau de 4 ^e ordre », opérateur :Dupuy, archives de l'IGN
1971	O.O.P3-79	+ 7,108 m	NGF-IGN69	Cahier de « Calcul des altitudes des repères, réseau de 4 ^e ordre », opérateur :Dupuy, archives de l'IGN

REPÈRE P (existant)

Période : 1866 à aujourd'hui

Type : Repère naturel

En 1878 :



En 2011 :



Description : Le repère P correspond au sommet du pilier nord-est situé sur la terrasse du fort. Les trois autres piliers de la terrasse ont l'air d'avoir été entièrement reconstruit et modifié par rapport au plan de 1878. Seul ce pilier correspond au plan ancien et semble être d'origine.

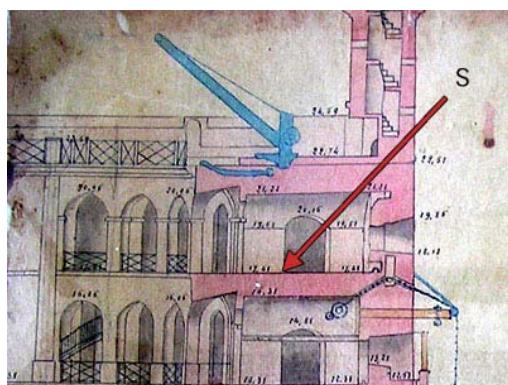
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1878	-	+ 23,59 m	NGF-Bourdalouë	« Fort Boyard en mer, plan du 10 mars 1878 », archives du CG17, série J, cote 12J23 pièce 636
2011	P	+ 23,03 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPÈRE S (existant)

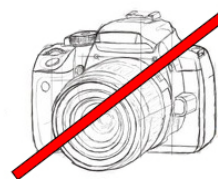
Période : 1866 à aujourd'hui

Type : Repère naturel

En 1878 :



En 2011 :



Repère non photographié

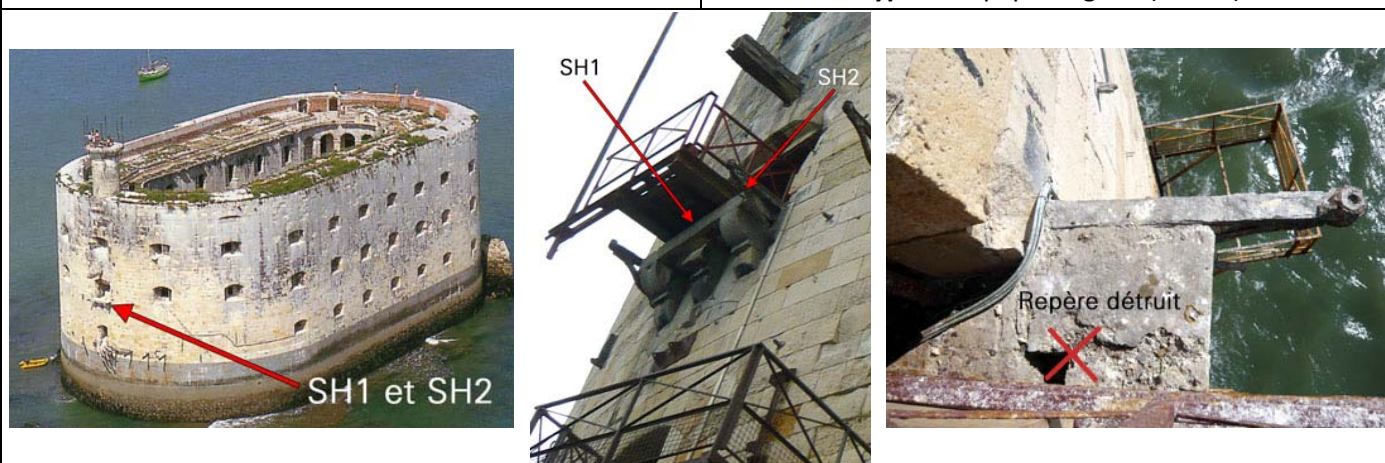
Description : Le repère S correspond au sol du 2^e étage du fort. Attention, le sol des coursives a été refait, seul le sol des casemates est d'origine.

Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1878	-	+ 17,41 m	NGF-Bourdalouë	« Fort Boyard en mer, plan du 10 mars 1878 », archives du CG17, série J, cote 12J23 pièce 636
2011	Bh	+ 16,77 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE SH1 (détruit)

Période : 1960 à ?

Type : Soupape zinguée (SHOM)



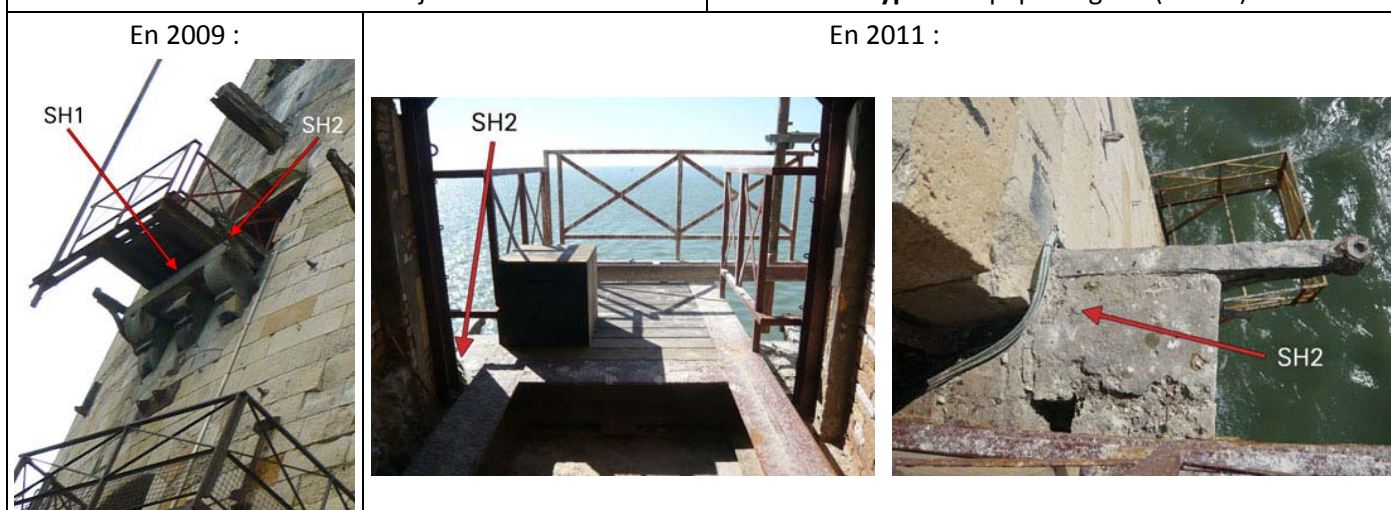
Description : Soupape scellée par le SHOM en 1960, sur un encorbellement situé au sud du fort, au 1^{er} étage, à une trentaine de centimètres du repère SH2. Ce repère a aujourd'hui disparu.

Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence	Source
1960	SH2	+ 11,781 m	NGF-Lallemand « Nivellement Cholesky - Rattachements divers », MHCAN, Lefas, 1960, archives du SHOM, cote SH2-886

REPERE SH2 (existant)

Période : 1960 à aujourd'hui

Type : Soupape zinguée (SHOM)



Description : Soupape scellée par le SHOM en 1960, sur un encorbellement situé au sud du fort, au 1^{er} étage.

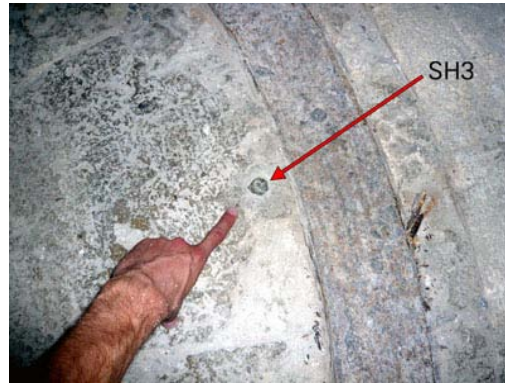
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence	Source
1960	SH2	+ 11,783 m	NGF-Lallemand « Nivellement Cholesky - Rattachements divers », MHCAN, Lefas, 1960, archives du SHOM, cote SH2-886
2011	SH2	+ 11,98 m	NGF-IGN69 UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE SH3 (existant)

Période : 1960 à aujourd'hui

Type : Soupape zinguée (SHOM)

En 2009 :



En 2011 :



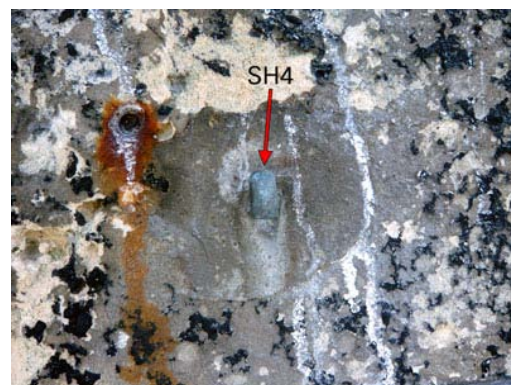
Description : Soupape scellée par le SHOM en 1960, dans le sol de la casemate n°223, située au 2^e étage du fort, orientée légèrement sud-sud/ouest. Cette casemate est aujourd'hui occupée pour le jeu télévisé « Fort Boyard », et est connue sous le nom de « salle des mygales et des scorpions ». Le repère est situé au sol, dans l'axe de la fenêtre, à environ 1 m du mur, côté mer.

Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1960	SH3	+ 16,597 m	NGF-Lallemand	« Nivellement Cholesky - Rattachements divers », MHCAN, Lefas, 1960, archives du SHOM, cote SH2-886
2009	SH3	+ 16,78 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m
2011	SH3	+ 16,78 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

REPERE SH4 (existant)

Période : 1960 à aujourd'hui

Type : Repère vertical en bronze (SHOM)



Description : Repère vertical en bronze scellé par le SHOM en 1960 dans le mur extérieur du fort, sous la fenêtre de la casemate où se trouve le repère SH3 (casemate n°223). Pour le trouver, il faut monter sur le rebord de la fenêtre et se pencher légèrement vers la gauche. Le repère SH4 est alors juste en bas à gauche du rebord de la fenêtre.

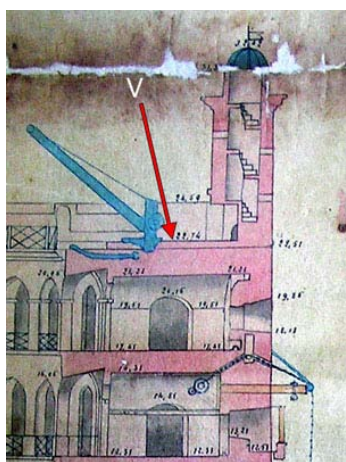
Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1960	SH3	+ 16,981 m	NGF-Lallemand	« Nivellement Cholesky - Rattachements divers », MHCAN, Lefas, 1960, archives du SHOM, cote SH2-886

REPERE V (existant)

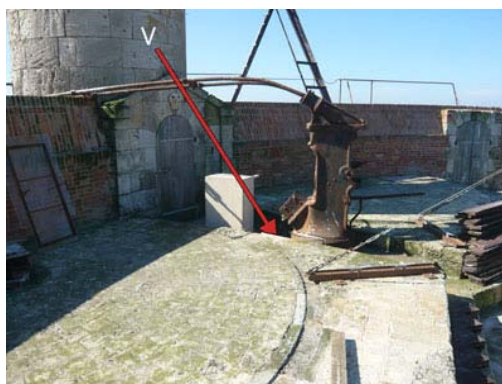
Période : 1866 à aujourd'hui

Type : Repère naturel

En 1878 :



En 2011 :



Description : Le repère V correspond au sol entre l'entrée de la vigie et l'ancienne grue métallique rouillée, sur la terrasse, au sud du fort.

Année	Nom d'usage	Altitude / hauteur et référence		Source
1878	-	+ 22,74 m	NGF-Bourdalouë	« Fort Boyard en mer, plan du 10 mars 1878 », archives du CG17, série J, cote 12J23 pièce 636
2009	V	+ 22,18 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m
2011	V	+ 22,18 m	NGF-IGN69	UMR 6250 LIENSs, Incertitude : 0,03 m

4. Campagnes antérieures de mesures

4.1. Cotes des repères en 1878

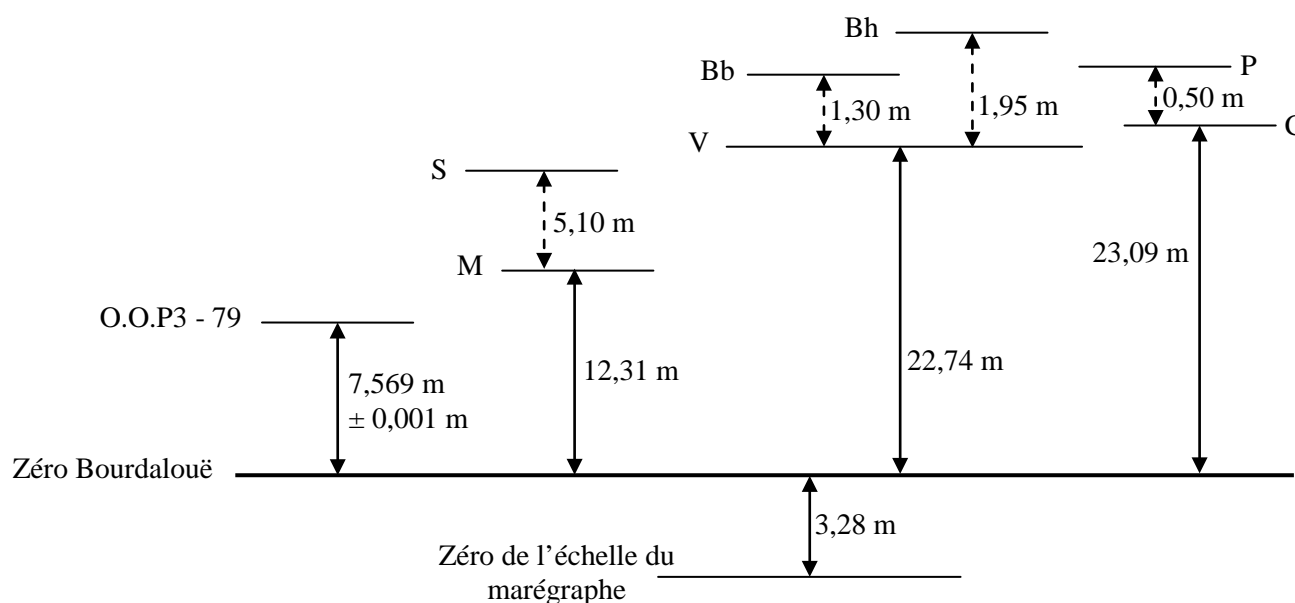


Schéma 4 : position relative des différents repères en 1878 au fort Boyard.

Sauf indication contraire, l'incertitude de ces cotes est de l'ordre de ± 0,01 m.

Ces cotes sont extraites des plans de 1878 retrouvés aux archives du SHD-Marine (Rochefort), carton coté 1K4W8

4.2. Nivellement du SHOM en 1960

Le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) a effectué plusieurs nivellements et traverses en Charente-Maritime en 1960, afin de rattacher les îles de Ré, d'Aix et d'Oléron dans le réseau du Nivellement Général de la France (NGF). Parmi ceux-ci, un nivellement a été effectué entre le fort Boyard et les îles d'Aix et d'Oléron, le 27 septembre 1960.

Au cours de ce nivellement, les ingénieurs hydrographes du SHOM ont scellé trois soupapes au sol (SH1, SH2 et SH3) et un repère vertical en bronze dans le mur extérieur du fort (voir 3.2 *Description des repères*). Ils ont effectués plusieurs visées entre les îles d'Aix et d'Oléron et le fort Boyard au niveau Wild N3 et ont ensuite rattachés les repères SH1, SH2, SH3 et SH4 à l'aide d'un niveau Zeiss n°2.

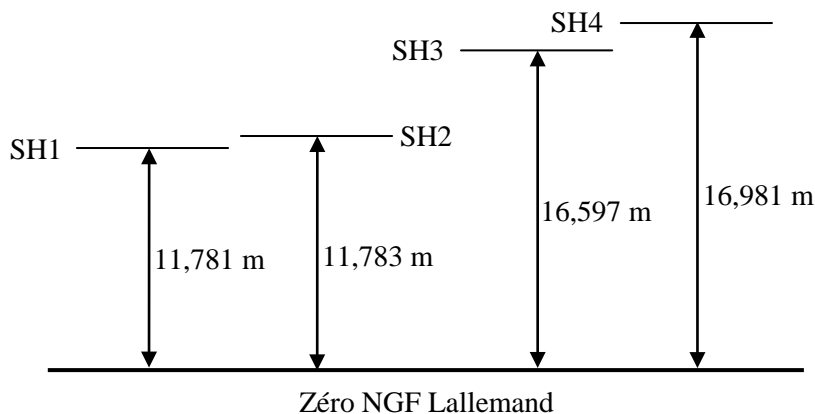


Schéma 5 : position relative des différents repères mesurés par le SHOM en 1960. L'incertitude de ces mesures est de l'ordre de $\pm 0,001$ m.

4.3. Nivellement de l'UMR 6250 LIENSs en 2009

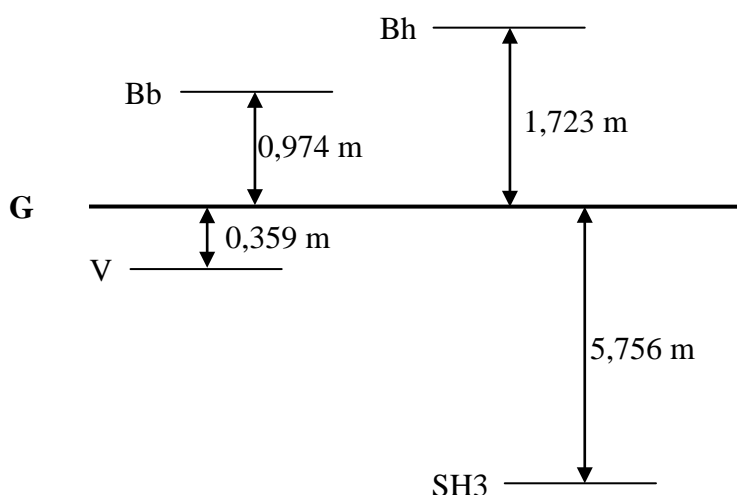


Schéma 6 : situation relative en élévation des différents repères mesurés en 2009. L'incertitude de ces mesures est de l'ordre de $\pm 0,001$ m.

5. Résultats du nivellement (avril 2011)

A partir du repère G, notre repère principal, neuf repères ont été observés par nivellement géométrique. L'erreur de fermeture obtenue au cours de ce nivellement est de l'ordre d'un millimètre pour les repères situés sur la terrasse (Bb, Bh, C, G, V et P). Pour les autres repères, nous n'avons pas eu le temps d'effectuer le nivellement retour, nous ne pouvons donc pas calculer l'erreur de fermeture.

Le tableau suivant précise les dénivelés mesurés entre les repères nivelés et le repère principal G (le détail du nivellement est dans l'annexe 1) :

Nom actuel	Dénivelé par rapport au repère G ($\pm 0,001$ m)
Bh	1,738
Bb	0,972
P	0,493
C	0,000
V	- 0,356
SH3	- 5,759
S	- 5,771
SH2	- 10,564
M	- 10,814

Tableau 1 : dénivelés entre le repère G et les autres repères mesurés en 2011 au fort Boyard

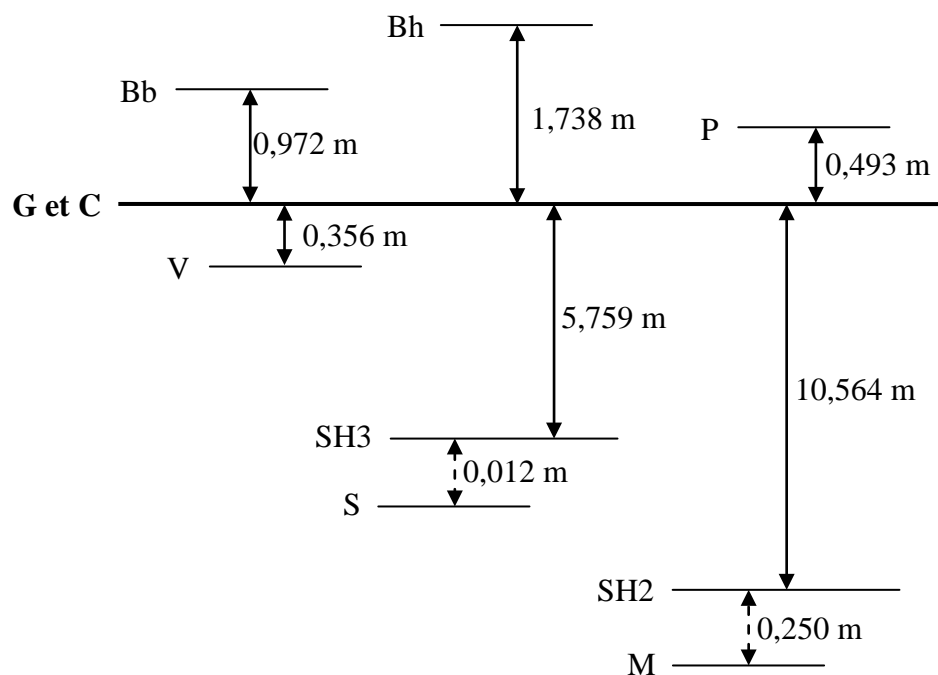


Schéma 7 : situation relative en élévation des différents repères mesurés en 2011. L'incertitude de ces mesures est de l'ordre de $\pm 0,001$ m.

6. Discussion des résultats

En combinant les résultats du nivellement à l'altitude du repère G (22,54 m NGF-IGN69, déterminée en août 2009), nous pouvons déterminer l'altitude des neuf repères mesurés. Voici le tableau récapitulatif des altitudes de ces repères en 2011, mais aussi en 1878, en 1960 et en 2009 :

Nom actuel	Cote rapportée au zéro NGF-IGN69			
	1878 ($\pm 0,01$ m)	1960 ($\pm 0,004$ m)	2009 ($\pm 0,03$ m)	2011 ($\pm 0,03$ m)
Bh	24,26	-	24,26	24,28
Bb	23,61	-	23,51	23,51
P	23,16	-	-	23,03
C	22,66	-	-	22,54
V	22,31	-	22,18	22,18
SH3	-	16,753	16,78	16,78
S	16,98	-	-	16,77
SH2	-	11,939	-	11,98
M	11,88	-	-	11,73

Tableau 2 : altitude des repères du fort Boyard, de 1878 à 2011, dans le système NGF-IGN69

Attention, le tableau 2 est difficilement exploitable pour une comparaison directe des altitudes au cours du temps, car d'une part la précision obtenue lors du calcul de l'altitude du repère G à l'aide du logiciel CIRCE est de l'ordre de 3 centimètres, et d'autre part les altitudes de 1878 étaient connues dans le réseau NGF-Bourdaloué et celles de 1960 dans le réseau NGF-Lallemand, or il existe de nombreuses incertitudes quant à la conversion précise de ces altitudes dans le réseau actuel NGF-IGN69. Une campagne d'observations GPS simultanées sur plusieurs sites permettrait de réduire l'incertitude de ces altitudes (voir perspectives).

Nous allons donc plutôt nous intéresser aux différences de hauteur entre les repères, et ainsi se dissocier de leur altitude et du réseau NGF utilisé.

6.1. Comparaison avec 2009

Pour comparer une éventuelle évolution des repères entre les nivellements de 2009 et 2011, nous allons nous baser sur notre repère principal G, et comparer les dénivelés des autres repères par rapport à celui-ci :

Nom actuel	Dénivelé par rapport au repère G		
	2009 ($\pm 0,001$ m)	2011 ($\pm 0,001$ m)	
Bh	1,723	1,738	+ 0,015
Bb	0,974	0,972	- 0,002
V	- 0,359	- 0,356	- 0,003
SH3	- 5,756	- 5,759	+ 0,003

Tableau 3 : dénivelés entre le repère G et quatre autres repères mesurés en 2009 et en 2011 au fort Boyard

Les repères Bh, Bb et V sont des repères naturels, c'est-à-dire que le « repère » est en fait la surface supérieure d'un élément de construction du fort : pierre, brique, etc... Par conséquent, ils ne sont pas localisés précisément en X et en Y, contrairement à un rivet implanté dans le sol par exemple. La détermination de leur hauteur dépend donc énormément de l'endroit choisi pour définir ce repère, c'est-à-dire l'endroit choisi pour poser la mire de nivellement.

Les repères Bb et V sont relativement plats, ce qui explique que leurs dénivelés avec le repère G soient constants entre 2009 et 2011. Les 2 ou 3 millimètres de différence peuvent être considérés comme une incertitude de mesure liée au positionnement de la mire.

Le repère Bh, quant à lui, est mal défini, car le sommet du mur de brique de la terrasse du fort n'est pas uniforme en hauteur. En effet, selon la brique sur laquelle on pose la mire, le dénivelé avec G pourra varier d'environ 2 cm d'amplitude. Ce qui explique la différence de 1,5 cm mesurée entre 2009 et 2011.

Enfin, le repère SH3 est, lui, un repère bien déterminé, puisqu'il s'agit d'une soupape scellée dans le sol. La différence de 3 millimètres entre 2009 et 2011 ne peut donc pas s'expliquer par un positionnement de la mire différent, mais peut révéler, par contre, l'incertitude de la méthode employée pour ce nivellement. En effet, le chemin suivi pour aller de G à SH3 emprunte un escalier en colimaçon assez étroit dans lequel il est difficile d'effectuer un nivellement. Il est donc possible que la différence de 3 millimètres entre 2009 et 2011 provienne de ce passage dans cet escalier.

6.2. Comparaison avec 1960

Pour comparer une éventuelle évolution des repères entre les nivellements de 1960 et 2011, nous n'avons à notre disposition que deux repères : SH2 et SH3.

Nom actuel	Dénivelé par rapport au repère SH2		
	1960 ($\pm 0,001$ m)	2011 ($\pm 0,001$ m)	
SH3	4,814	4,805	- 0,009

Tableau 4 : dénivelé entre le repère SH2 et le repère SH3 mesurés en 1960 et en 2011 au fort Boyard

Les repères SH2 et SH3 sont deux repères bien déterminés, puisqu'il s'agit de soupapes scellées dans le sol. La différence de 9 millimètres entre 1960 et 2011 ne peut donc pas s'expliquer, là non plus, par un positionnement de la mire différent, mais peut révéler, par contre, l'incertitude de la méthode employée pour ce nivellement. En effet, le chemin suivi pour aller de SH2 (1^{er} étage du fort) à SH3 (2^e étage du fort) emprunte un grand escalier en bois, ce qui peut provoquer des erreurs de mesure, le bois n'étant pas aussi stable que la pierre. Nous pouvons donc considérer ces repères comme relativement stables entre eux entre 1960 et 2011.

6.3. Comparaison avec 1878

Pour comparer une éventuelle évolution des repères entre les nivellements de 1878 et 2011, nous allons nous baser sur le repère V, qui semble être, à priori, le plus stable. Les dénivelés indiqués dans le tableau suivant proviennent des résultats des paragraphes 4.1 et 5.

Nom actuel	Dénivelé par rapport au repère V		
	1878 ($\pm 0,01$ m)	2011 ($\pm 0,001$ m)	
Bh	1,95	2,094	+ 0,14
Bb	1,30	1,328	+ 0,03
P	0,85	0,849	0
C	0,35	0,356	+ 0,01
S	- 5,33	- 5,415	+ 0,09
M	- 10,43	- 10,458	+ 0,03

Tableau 5 : dénivelés entre le repère V et six autres repères mesurés en 1878 et en 2011 au fort Boyard

De la même façon que pour les repères Bb, Bh et V (*voir 6.1.*), les repères P, C, S et M sont des repères naturels. Ceci dit, nous pouvons différencier les repères Bb, V, P et C qui sont situés sur des pierres plutôt stables et plates et les repères Bh, S et M dont la localisation est plus imprécise du fait de l'usure des pierres ou des briques, qui peut provoquer une erreur selon l'endroit où la mire est posée.

Au vu des résultats du tableau 5, nous pouvons classer les repères en trois groupes : les repères parfaitement stables entre eux, les repères où un léger mouvement est détecté, et les repères qui ont été modifiés.

Parmi les repères parfaitement stables entre eux, nous retrouvons les repères P (pilier de la terrasse) et C (sur-terrasse des canons) qui ont exactement le même dénivelé avec le repère V (sol près de la porte de la vigie) en 1878 et en 2011. **Nous pouvons en conclure que ces trois repères n'ont pas subi de mouvements verticaux relatifs entre eux depuis 1878 et peuvent donc aussi être considérés comme d'origine.**

Les repères Bb et M ont quant à eux subi un léger mouvement, ou tout du moins, une différence de dénivelé significative a été détectée (3 ± 1 cm). Concernant le repère Bb, nous savons que le mur de brique qui entoure la terrasse du fort a été entièrement refait et que les briques d'origine ont été enlevées puis remplacées. Il est probable que la différence de 3 centimètres soit consécutive à ces travaux. Quant au repère M, nous savons que le sol du repère M est d'origine mais celui-ci est assez usé, et les pierres qui composent le sol sont irrégulières. Peut-être que les 3 centimètres détectés sont une conséquence à la fois de cette usure et des méthodes de nivellement employées (localisation du « point » où la mire est posée au sol).

Enfin, les repères Bh et S ont probablement été modifiés au cours du temps. Une différence de hauteur de 14 ± 1 cm a été détectée pour Bh et de 9 ± 1 cm pour S. Nous savons que le repère Bh a été modifié suite aux travaux de rénovation du mur de brique de la terrasse. Ces résultats le confirment. Quant au repère S, qui représente le sol du 2^e étage, sa définition est assez imprécise, et une différence d'un centimètre n'est pas aberrante selon l'endroit où l'on place sa mire sur le sol du 2^e étage.

Action à prévoir :

- campagne d'observations GPS simultanées sur les trois sites : île d'Aix, fort Enet et fort Boyard. Cette campagne permettra notamment de déterminer plus précisément l'altitude des points situés sur le fort Boyard et notamment l'altitude du point G. Ceci, en comparant les mesures GPS simultanées effectuées sur le fort et l'île d'Aix, et en rattachant les observations GPS de l'île d'Aix à un repère de l'IGN, lui-même répertorié dans le réseau NGF-IGN69 avec une précision millimétrique.

Annexe 1

Détail des mesures de nivellement

Chemin numéro 1 :

COUPS ARRIERE			COUPS AVANT			Mercredi 20 avril 2011		Niveau leica NA2, Mire télescopique en aluminium					Dénivelés	
Différences stadimétriques	Lecture ech. I - fil	Lecture ech. II - fil	Lecture ech. I - fil	Lecture ech. II - fil	Différences stadimétriques	Constantes de mire		Points nivelés		Observations (Circonstances atmosphériques, état du cheminement ect.)	Ech. I	Ech. II		
	- fil	supérieur	- fil	supérieur		Arrière	Avant	Repérage						
	inférieur	niveau	inférieur	niveau										
0	943		943		0	-943	-943	G	---->	C (antenne)	Sur-terrasse des canons, située sur la terrasse du fort	0	0	
943					943									
0	943		857		0	-943	-857	G	---->	CR1	G : repère principal	86	0	
943					857									
0	843		1285		0	-843	-1285	CR1	---->	V (antenne)	Sol entre la porte de la vigie et la grue	-442	0	
843					1285									
0	843		839		0	-843	-839	CR1	---->	CR2		4	0	
843					839									
0	1733		851		0	-1733	-851	CR2	---->	Bb (antenne)	Premier palier du muret en brique	882	0	
1733					851									
0	1733		85		0	-1733	-85	CR2	---->	Bh (antenne)	Sommet du muret en brique	1648	0	
1733					85									
0	1733		1734		0	-1733	-1734	CR2	---->	CR3		-1	0	
1733					1734									
0	1477		1480		0	-1477	-1480	CR3	---->	CR4		-3	0	
1477					1480									
0	853		940		0	-853	-940	CR4	---->	G		-87	0	
853					940									

Chemin numéro 2 :

COUPS ARRIERE			COUPS AVANT			Mercredi 20 avril 2011		Niveau leica NA2, Mire télescopique en aluminium					Dénivelés		
Différences stadimétriques	Lecture ech. I - fil - fil inférieur	Lecture ech. II - fil supérieur - fil nivelleur	Lecture ech. I - fil nivelleur inférieur	Lecture ech. II - fil supérieur - fil nivelleur	Différences stadimétriques	Constantes de mire		Points nivelés		Observations			Ech. I	Ech. II	
						Arrière	Avant	Repérage	(Circonstances atmosphériques, état du cheminement ect.)						
0	920		834		0	-920	-834	G	---->	CR1	G : repère principal			86	0
920					834										
0	920		427		0	-920	-427	G	---->	P (antenne)	Situé sur la terrasse du fort			493	0
920					427										
0	834		1494		0	-834	-1494	CR1	---->	CR2				-660	0
834					1494										
0	1091		1760		0	-1091	-1760	CR2	---->	CR3				-669	0
1091					1760										
0	144		2012		0	-144	-2012	CR3	---->	CR4				-1868	0
144					2012										
0	337		2906		0	-337	-2906	CR4	---->	CR5				-2569	0
337					2906										
0	1199		1278		0	-1199	-1278	CR5	---->	SH3	SH3 : Ancienne salle des mygales			-79	0
1199					1278										
0	1199		1290		0	-1199	-1290	CR5	---->	S (antenne)				-91	0
1199					1290										
0	1278		3235		0	-1278	-3235	SH3	---->	CR6				-1957	0
1278					3235										
0	136		3107		0	-136	-3107	CR6	---->	CR7				-2971	0
136					3107										
0	1550		1548		0	-1550	-1548	CR7	---->	CR8				2	0
1550					1548										
0	1113		992		0	-1113	-992	CR8	---->	SH2	SH2 : Situé dans la casemate 119			121	0
1113					992										
0	973		1121		0	-973	-1121	SH2	---->	CR9				-148	0
973					1121										
0	1182		1284		0	-1182	-1284	CR9	---->	M	M : sol de la casemate 118			-102	0
1182					1284										