



CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT

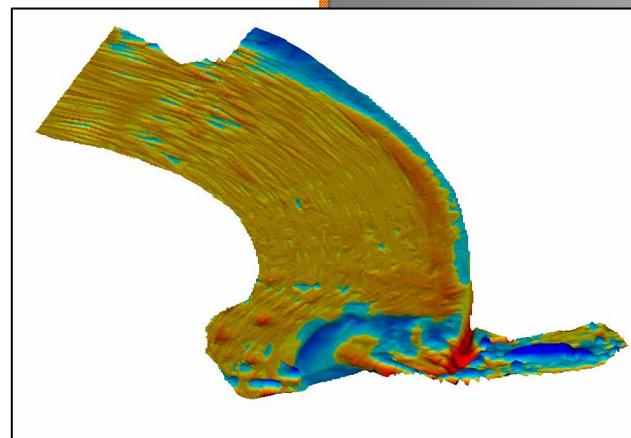
Département Génie Côtier & Océanique

Suivi de l'évolution topo bathymétrique de la Roche Percée

Période 2007-2011

Rapport de synthèse

- Mesures en mer
- Diagnostic de site
- Modélisation numérique
- Ingénierie Côtière
- Etudes d'impact



ET 2010 070-09B Rev0
Février 2012





Département
Génie Côtier et Océanique

CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT

Antenne Province Nord
- Lot 50 BP 318 - 98825 Pouembout-
Tel-fax: (+687) 42.41.40
capsenord@capse.nc
www.capse.nc

Suivi de l'évolution topo bathymétrique de la Roche Percée

Période 2007-2011

Rapport de synthèse

N°Dossier	Date de transmission	Document transmis par :
<i>ET 2010 070-09B Rev0</i>	<i>10 Février 2012</i>	<i>Vincent PALISSE</i>

Diffusion :

1 Original papier

Service de l'eau – Direction de l'environnement



1 Original sur support électronique

Service de l'eau – Direction de l'environnement

1 Original papier

Archives CAPSE NORD

Ce document est la propriété intellectuelle de CAPSE NORD.

Il ne peut en aucun cas être diffusé sans l'autorisation écrite de la société CAPSE NORD

Table des Matières

1. Contexte et objectifs.....	3
1.1 Contexte	3
1.2 Objectifs	4
2. Evolution de la plage aérienne 2007-2011	5
2.1 Données disponibles.....	5
2.2 Protocole de traitement	5
2.3 Bilan de l'évolution des largeurs de plage	6
2.4 conditions météo océanologiques sur 2007-2011	10
2.4.1 Traitement statistique	10
2.4.1.1 Données de houle	10
2.4.1.2 Données pluviométriques.....	13
2.4.2 Identification des événements représentatifs d'un forçage	13
2.5 Interprétation de la dynamique littorale	15
2.5.1 Evolution trimestrielle des secteurs de plage	15
2.5.1.1 Secteur Nord	15
2.5.1.2 Secteur central	16
2.5.1.3 Secteur Sud.....	16
2.5.2 Evolution annuelle des largeurs de la plage aérienne.....	18
3. Evolution topo bathymétrique de la plage 2011.....	20
3.1 Mission de terrain	20
3.1.1 Chaine d'acquisition mise en œuvre	20
3.1.2 Paramétrage des appareils	21
3.1.2.1 Etalonnage.....	21
3.1.2.2 Cadence d'échantillonnage	21
3.1.3 Déroulement des interventions.....	21
3.1.3.1 Levé bathymétrique.....	21
3.1.3.2 Levé topographique.....	23
3.1.4 Contexte météo océanologiques	24
3.2 Traitement des données	26
3.3 Interprétation des levés	27
3.3.1 Représentation des isobathes et des courbes de niveaux.....	27
3.3.2 Modèle numérique de terrain.....	27
3.3.2.1 Levé avant travaux du 19 Avril 2011	28
3.3.2.2 Levé après travaux du 13 Janvier 2012	28
3.3.3 Evolution topo bathymétrique de la plage	29
3.3.3.1 Evolution de la plage aérienne entre Avril 2011 et Janvier 2012.....	29
3.3.3.2 Evolution de la plage sous marine entre Avril 2011 et Janvier 2012.....	31
4. Bilan et recommandations	33

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des profils de plage aérienne	3
Figure 2 : Evolution trimestrielle de la plage le long de P12	6
Figure 3 : Evolution trimestrielle de la plage le long de P18	7
Figure 4 : Evolution trimestrielle de la plage le long de P24	8
Figure 5 : Rose des houles - hauteurs significatives	11
Figure 6 : Rose des houles - périodes de pic	11
Figure 7 : Répartition des % d'occurrence de la houle en direction	12
Figure 8 : Répartition des % d'occurrences de la houle en amplitude	12
Figure 9 Série temporelle de pluie à la station Météo France de Nessadiou	13
Figure 10 : Répartition des épisodes significatifs de pluie et de houle	14
Figure 11 : Evolution des largeurs de plage 2007/2011- secteur Nord	15
Figure 12 : Evolution des largeurs de plage 2007/2011 - secteur Central	16
Figure 13 : Evolution des largeurs de plage 2007/2011 – Secteur Sud	17
Figure 14 : Evolution annuelle des largeurs de la plage aérienne 2007/2011	18
Figure 15 : Schéma de la chaîne d'acquisition bathymétrique	20
Figure 16 : Profils bathymétriques théoriques	22
Figure 17 : Plan des points de sonde topo bathymétrique	23
Figure 18 : Série temporelle de pluie et de houle - 2011	24
Figure 19 : Répartition des épisodes significatifs de pluie et de houle sur 2011	25
Figure 20 : Echogramme brute	26
Figure 21 : Echogramme traité	27
Figure 22 : MNT 3D réalisé avec une exagération en z=5	28
Figure 23 : MNT 3D réalisé avec exagération en z=5	28
Figure 24 : Zoom sur l'embouchure de la Néra	29
Figure 25 : Superposition des profils de la plage aérienne	30
Figure 26 : Différence entre MNT du 19/04/11 et MNT du 13/01/12	31
Figure 27 : Bilan déblais/remblais	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des levés réalisés depuis 2007	5
Tableau 2 : Synthèse de l'évolution de la laisse 0m NGNC par profil	9
Tableau 3 : Nombre d'épisodes significatifs de houle et de pluie	14
Tableau 4 : Synthèse de l'évolution annuelle de la plage par secteur	18
Tableau 5 : Houle et pluviométrie observée entre le 19/04/11 et le 13/01/12	24
Tableau 6 : Synthèse de l'évolution des courbes de niveau +1m et 0m NGNC	29
Tableau 7 : Pente de la plage entre la cote +2m et +4m NGNC	33

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Carnets des profils de plage 2007-2011
ANNEXE 2 : Statistiques de la houle au large sur la période 2007-2011
ANNEXE 3 : Plans des isobathes relatifs aux levés bathymétriques N°9 et N°10
ANNEXE 4 : Evolution des profils de plage entre les levés topographiques N°9 et N°10

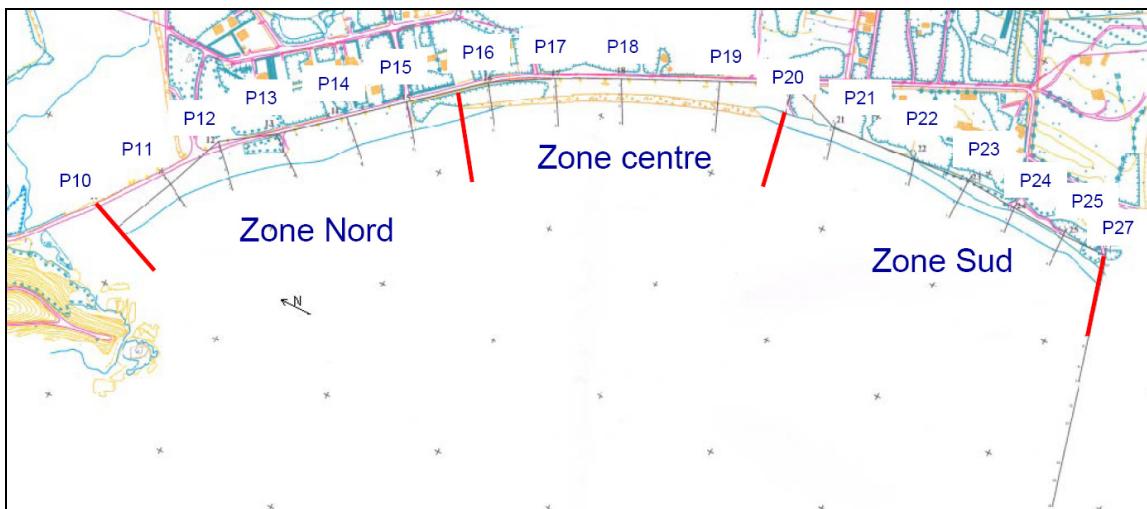
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE

Aujourd’hui la compréhension des déplacements de sable observés sur la plage s’appuient sur :

- Un contrôle semestriel de l’évolution de la plage aérienne. Ce suivi est réalisé par le service topographique de la Province Sud le long de 17 profils prédéfinis (cf. Figure 1). Ce travail, réalisé depuis 1994, a été d’une grande utilité car il a permis de mettre en évidence « une partie » des déplacements de sable de la plage (la partie aérienne). Les conclusions de ce suivi sur la période 1994-2006 sont à rechercher dans le rapport d’études CAPSE ET 2006 500-01 rev0 intitulé « Phase 1 : Etudes préliminaires ».
- Une série de 8 levés topo bathymétriques de la plage de la Roche Percée réalisés par CAPSE entre Septembre 2007 et Mai 2009. Seuls les 4 derniers levés ont englobé l’embouchure de la Néra. Ce travail a permis d’apprécier l’effet des vagues et/ou d’une crue sur le comportement global de la plage (et pas seulement de la plage aérienne). Par ailleurs, le lien étroit entre les bancs de sable de l’embouchure et la plage a pu être mis en évidence au plan de la dynamique sédimentaire. Il est par conséquent important de ne pas dissocier l’embouchure du reste de la plage dans le cadre d’un suivi topo bathymétrique. L’analyse détaillée au plan de la dynamique hydro sédimentaire est condensée dans les rapports d’étude CAPSE référencés « ET 2007 500-02 Phase 1 ETC rev1 » et « ET 2009 070-03 rev0 ».

Figure 1 : Localisation des profils de plage aérienne



Ces données ont constitué un excellent support de travail dans la mesure où il a été possible, pour la première fois, de quantifier la dynamique sédimentaire de la plage de La Roche Percée sur la période 2007-2009.

Néanmoins, cette base de données topo bathymétriques nécessite d’être enrichie pour pouvoir prétendre gérer le lido de manière intégrée et durable. En effet, les données requises doivent présenter à la fois :

- Une grande densité de points permettant d’observer avec une précision suffisante toutes les formations sableuses sous-marines du site,
- Une forte répétitivité dans le temps afin d’effectuer une corrélation entre l’évolution de la morphologie des fonds marins et de la plage aérienne et les épisodes de houle rencontrés.

1.2 OBJECTIFS

Aujourd’hui, la Province Sud a souhaité poursuivre les efforts engagées en missionnant le bureau d’études CAPSE pour réaliser les prestations suivantes:

- Suivi de l’évolution topo bathymétrique sur l’année 2011
- Actualiser l’interprétation des levés topographiques de la plage aérienne sur la période 2007-2011

Le suivi topo bathymétrique recommandé par CAPSE est associé aux objectifs suivants :

- ⇒ **Actualiser l’état initial topo bathymétrique de la plage (levé N°9 avant travaux de la Tranche conditionnelle).** Le dernier levé topo bathymétrique de la plage date de Mai 2009. En regard de la cinétique rapide des déplacements de sable observés, il est recommandé de disposer d’un levé de référence de la plage et de son embouchure avant le démarrage des travaux de rechargement de la tranche conditionnelle.
- ⇒ **Dresser l’état des lieux topo bathymétrique de fin de chantier.**

L’actualisation de l’interprétation des données topo bathymétriques implique la réalisation des travaux suivants :

- Collecte et traitement des données topographiques de la DPM (conversion fichier dwg en un fichier xyz exploitable sous Matlab)
- Mise en forme des données topographiques de la DPM et production des coupes transversales (12 profils) de la plage aérienne permettant de superposer les 15 relevés réalisés par le service topographique de la DPM. Soit au total 180 profils à produire, traiter et représenter.
- Réalisation des relevés topo bathymétriques avant et après travaux de désensablement de la tranche conditionnelle (2 campagnes réalisées). Traitement et représentation des données.
- Création d’un MNT de la zone renseignée en topo-bathy pour chaque campagne et calcul des volumes de sable déplacés (interprétation volumétrique par secteur de plage : 3 au total)
- Analyse du climat de houle survenu et corrélation avec les dates des campagnes de levé
- Actualisation de la note d’expertise au plan de la dynamique sédimentaire de la plage aérienne

2. EVOLUTION DE LA PLAGE AERIENNE 2007-2011

2.1 DONNEES DISPONIBLES

La liste des relevés topographiques réalisés par la Direction du Patrimoine et des Moyens (DPM) entre 2007 et 2011 est présenté au Tableau 1.

Tableau 1 : Liste des levés réalisés depuis 2007

Année	Date du levé	Périodes concernées
2007	01-avr	2ème Trimestre07
	01-juin	3ème Trimestre07
	01-oct	4ème Trimestre07
2008	17-janv	1er Trimestre08
	10-avr	2ème Trimestre08
	10-juin	3ème Trimestre08
	09-oct	4ème Trimestre08
2009	20-janv	1er Trimestre09
	07-avr	2ème Trimestre09
	06-juil	3ème Trimestre09
	25-nov	4ème Trimestre09
2010	14-avr	2ème Trimestre10
	05-oct	4ème Trimestre10
2011	28-avr	2ème Trimestre11
	01-juin	3ème Trimestre11

2.2 PROTOCOLE DE TRAITEMENT

L'évolution des largeurs de la plage aérienne est estimée à partir de l'analyse comparée des profils transversaux entre deux relevés consécutifs. La laisse des eaux représentative du Zéro NGNC est prise comme niveau de référence. Les reculs ou élargissements mesurés de la plage intègrent l'ensemble des mouvements qui ont pu se produire sur l'estran sur un cycle complet d'observation. Cette approche fournie un bilan entre deux dates successives des modifications des profils de la plage aérienne.

Parallèlement à ce travail, une étude statistique des conditions météo océanologiques est réalisée afin d'établir une corrélation entre les déplacements observés de la plage et les facteurs de la dynamique littorale.

Cette approche n'a pas la prétention d'être suffisante pour dégager une analyse exhaustive de la dynamique hydro sédimentaire entre 2007 et 2011. Elle permet néanmoins de confirmer ou d'infirmer les principales tendances du fonctionnement de la plage formulées dans le rapport d'étude de 2006.

2.3 BILAN DE L'EVOLUTION DES LARGEURS DE PLAGE

Pour les besoins de la présente étude, tous les levés de plage mis à la disposition de CAPSE ont été exploités. Les mesures afférentes à 7 profils caractéristiques de la plage aérienne ont été superposées, à savoir :

- Les profils P11, P12 et P13 situés sur le secteur Nord
- Les profils P18 et P20 situés sur le secteur Central au droit du cordon d'enrochement actuel
- Les profils P22 et P24 situés sur le secteur Sud

Les graphiques représentatifs de l'évolution trimestrielle de plage pour chaque profils sont fournis à l'ANNEXE 1. A titre d'exemple, il a été extrait de cette base de données 3 profils caractéristiques de la plage (P12, P18, P24). L'évolution morphologique trimestrielle de la plage le long de ces profils est illustrée à la Figure 2, à la Figure 3 et à la Figure 4.

Figure 2 : Evolution trimestrielle de la plage le long de P12

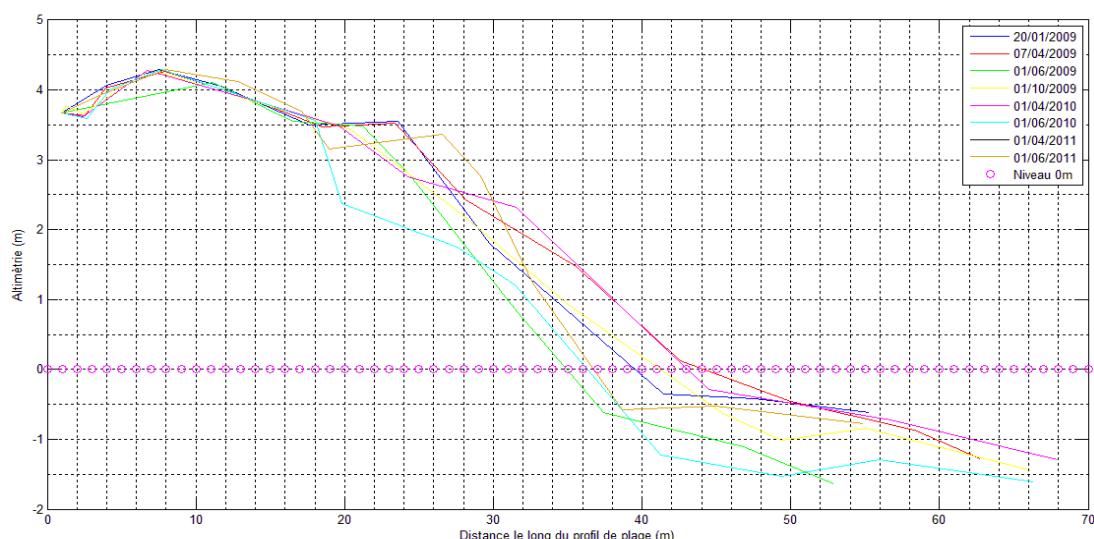
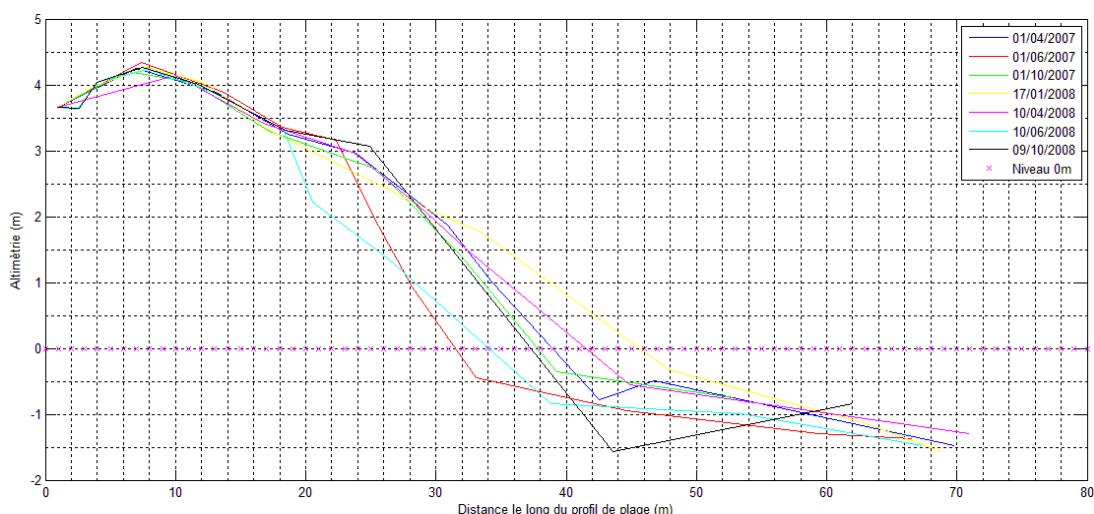


Figure 3 : Evolution trimestrielle de la plage le long de P18

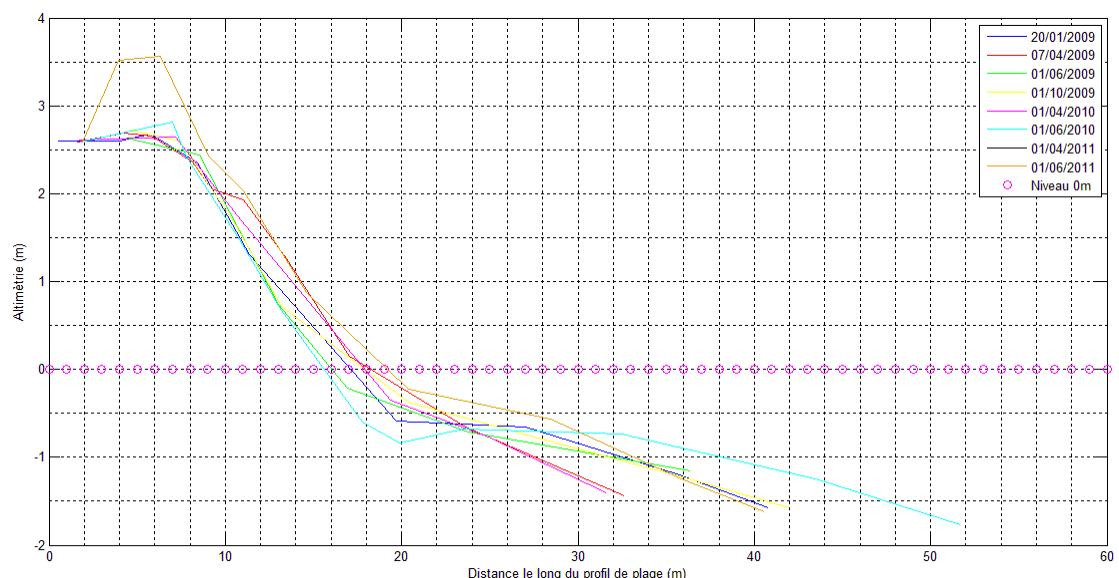
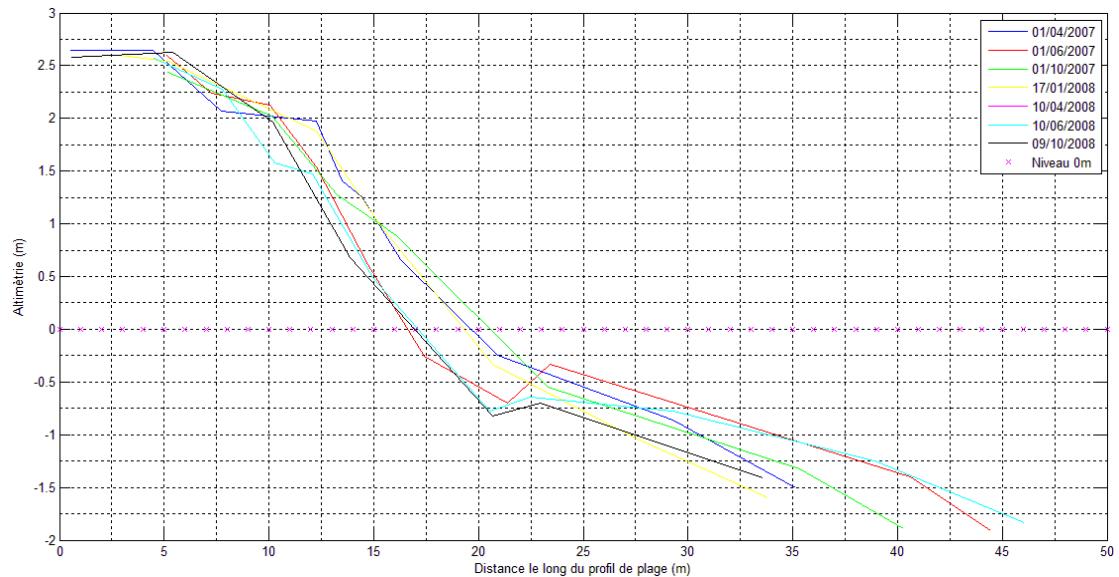
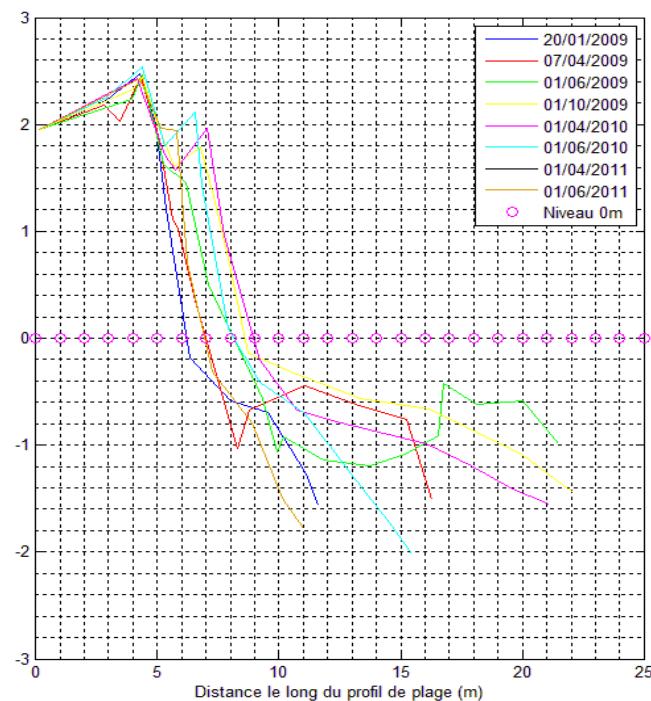
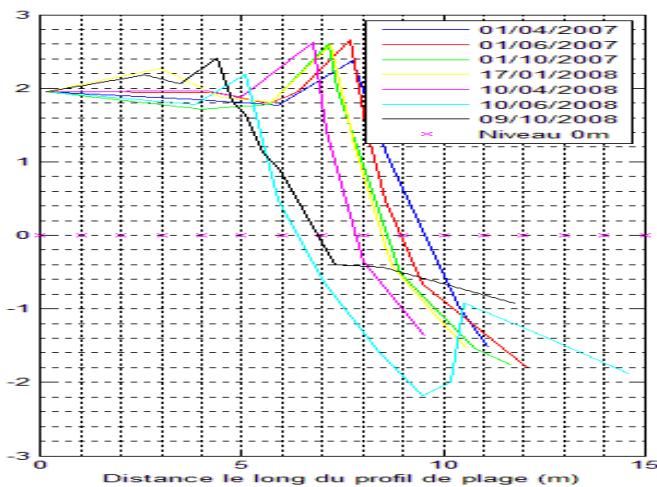


Figure 4 : Evolution trimestrielle de la plage le long de P24



La synthèse de l'évolution de la largeur de la plage aérienne est illustrée au Tableau 2. Celui fait apparaître l'évolution trimestrielle du niveau 0m NGNC. Il présente également les bilans annuels relatifs à la progradation et au recul de la plage aérienne.

Tableau 2 : Synthèse de l'évolution de la laisse 0m NGNC par profil

Année	Date	Périodes concernées	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P24	P25	P27
2007	01-avr		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	01-juin	2Trim07-3Trim07	5.3	-5.1	-7.5	-3.5	-3.1	-1.8	-2.6	-3.2	-3.0	-0.9	-0.2	0.1	-0.8	-0.6	-0.1	-0.5
	01-oct	3Trim07-4Trim07	-7.8	5.8	6.3	4.3	4.8	2.5	4.3	3.7	3.9	2.0	0.4	-0.3	-0.5	-0.4	-0.2	-1.1
	Bilan 2007		-2.4	0.7	-1.2	0.8	1.8	0.7	1.7	0.5	0.9	1.1	0.2	-0.2	-1.3	-1.0	-0.3	-1.6
2008	17-janv	4Trim07-1Trim08	2.2	9.7	7.9	7.9	2.0	1.8	-1.0	0.2	-1.2	-1.5	-0.9	-1.2	0.0	-0.1	-0.1	-2.6
	10-avr	1Trim08-2Trim08	-2.3	-5.2	-4.1	0.9	3.0	1.0	0.6	-0.5	-0.8	0.2	-0.1	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	-8.6
	10-juin	2Trim08-3Trim08	-0.7	-9.0	-7.5	-12.5	-7.3	-2.8	-1.0	-2.3	-1.5	-1.4	-1.0	-1.6	-4.0	-1.5	-0.1	3.7
	09-oct	3Trim08-4Trim08	0.8	2.4	3.2	3.0	-2.1	-2.3	-1.1	-0.2	-0.1	-1.7	-0.8	-0.7	-1.2	0.5	0.1	-1.2
Bilan 2008		0.0	-2.0	-0.5	-0.6	-4.4	-2.4	-2.5	-2.8	-3.6	-4.3	-2.8	-3.9	-5.8	-1.7	-0.4	-8.6	
2009	20-janv	4Trim08-1Trim09	8.4	0.8	2.2	1.5	1.6	0.3	0.7	1.1	0.1	1.0	0.9	0.5	2.2	-0.6	-0.4	-3.7
	07-avr	1Trim09-2Trim09	-6.2	9.2	4.7	4.8	4.0	3.9	0.7	1.1	1.1	0.6	0.2	0.1	0.3	0.8	0.1	0.0
	06-juil	2Trim09-3Trim09	3.5	-11.8	-9.3	-9.0	-5.7	-4.0	-2.5	-2.6	-2.2	-1.5	0.0	-1.5	-3.5	1.2	0.5	5.7
	25-nov	3Trim09-4Trim09	-7.0	5.8	6.3	6.3	3.3	1.1	2.3	2.0	1.9	0.0	-0.6	0.6	1.5	0.5	0.0	-7.0
Bilan 2009		-1.3	4.1	3.9	3.5	3.1	1.4	1.2	1.5	1.0	0.0	0.4	-0.3	0.6	1.8	0.1	-4.9	
2010	14-avr	4Trim09-2Trim10	10.1	3.8	1.9	1.4	2.3	1.9	0.9	0.6	0.0	0.2	-0.1	0.1	1.5	0.3	0.3	1.0
	05-oct	2Trim10-4Trim10	-6.6	-11.0	-6.8	-6.2	-5.2	-4.0	-2.4	-3.7	-2.3	-1.0	0.3	1.3	1.8	-0.8	-0.4	2.4
	Bilan 2010		3.6	-7.2	-4.9	-4.8	-2.9	-2.1	-1.5	-3.1	-2.3	-0.8	0.2	1.4	3.4	-0.5	0.0	3.4
2011	28-avr	4Trim10-2Trim11	9.4	3.2	0.4	-0.5	-0.7	0.4	0.7	3.9	3.6	3.1	1.2	0.4	-0.1	-1.2	-0.2	1.0
	01-juin	2Trim11-3Trim11	-8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Bilan 2011		0.8	3.2	0.4	-0.5	-0.7	0.4	0.7	3.9	3.6	3.1	1.2	0.4	-0.1	-1.2	-0.2	1.0
2007-2011 Bilan total		0.6	-1.2	-2.2	-1.7	-3.1	-2.1	-0.4	-0.1	-0.5	-0.9	-0.8	-2.6	-3.2	-2.6	-0.7	-10.8	

Les observations topographiques effectuées le long de la plage sur la période Avril 2007 - Juin 2011 se traduisent par un recul global de la plage. L'amplitude du recul observé varie selon le secteur :

- Le long du secteur nord, le recul moyen est de l'ordre de -2 m
- Le long du secteur central, le recul moyen est de l'ordre de -0.5 m
- Le long du secteur Sud, le recul moyen est de l'ordre de -3.4 m

2.4 CONDITIONS METEO OCEANOLOGIQUES SUR 2007-2011

Les facteurs influençant la dynamique littorale de plage de La Roche sont d'une part la houle au large et d'autre part les écoulements de la Néra.

Pour le forçage lié à la houle, on utilise les données issues du modèle de la NOAA (WaveWatch3). Ce modèle numérique fournit la hauteur significative (hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes), la période et la direction des vagues au large toutes les trois heures au point de la grille bathymétrique le plus proche de la baie de Gouaro. A défaut de disposer de données de vagues in situ, ces données permettent d'établir un lien indirect entre les régimes de houle au large et la dynamique sédimentaire littorale. Par retour d'expérience et d'après l'analyse des spectres énergétiques des houles qui se propagent vers la plage, les houles au large de secteur Sud/Sud-ouest d'amplitude supérieure à 2m ont une action sur la dynamique sédimentaire de la plage.

En ce qui concerne, le forçage hydraulique lié aux écoulements de la rivière, aucune valeur de débit n'est enregistrée dans la Néra. Une méthode permettant d'établir un lien de cause à effet entre les écoulements de la rivière et la dynamique sédimentaire de l'embouchure consiste à s'intéresser aux cumuls journaliers des précipitations mesurées par la station de Nessadiou (source Météo-France). Après consultation de la DAVAR, il est raisonnable de considérer les ordres de grandeurs suivants :

- Cumul journalier de précipitation < 50 mm en 24h : le débit associé de la rivière n'est pas suffisant pour activer un transport sédimentaire
- Cumul journalier de précipitation compris entre 50 et 100 mm en 24h : Transport de matières solides modéré
- Cumul journalier de précipitation > 100 mm en 24h : Transport de matières solides significatif

2.4.1 Traitement statistique

2.4.1.1 Données de houle

Dans le cadre de cette étude, nous avons extrait de la base de données WW3, les caractéristiques de la houle au large simulées toutes les 3h du 01 Janvier 2007 au 31 Décembre 2011, à savoir :

- L'amplitude significative, $H_s(m)$
- La période, $T_p(s)$
- La direction, $Dir(^{\circ})$

Le régime d'agitation au large sur cette période d'observation 2007-2011 est illustré par les roses de houle de la Figure 5 et de la Figure 6.

Figure 5 : Rose des houles - hauteurs significatives

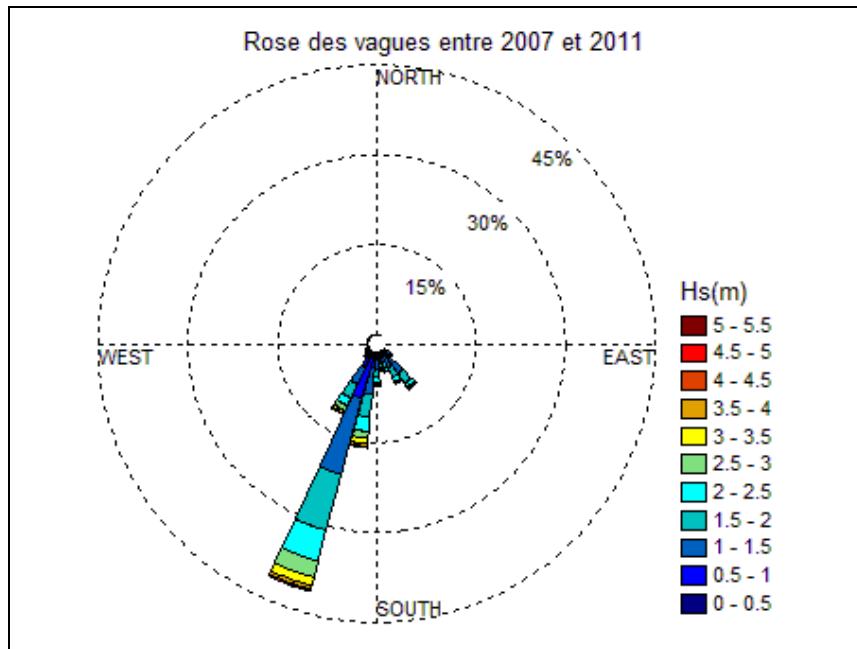
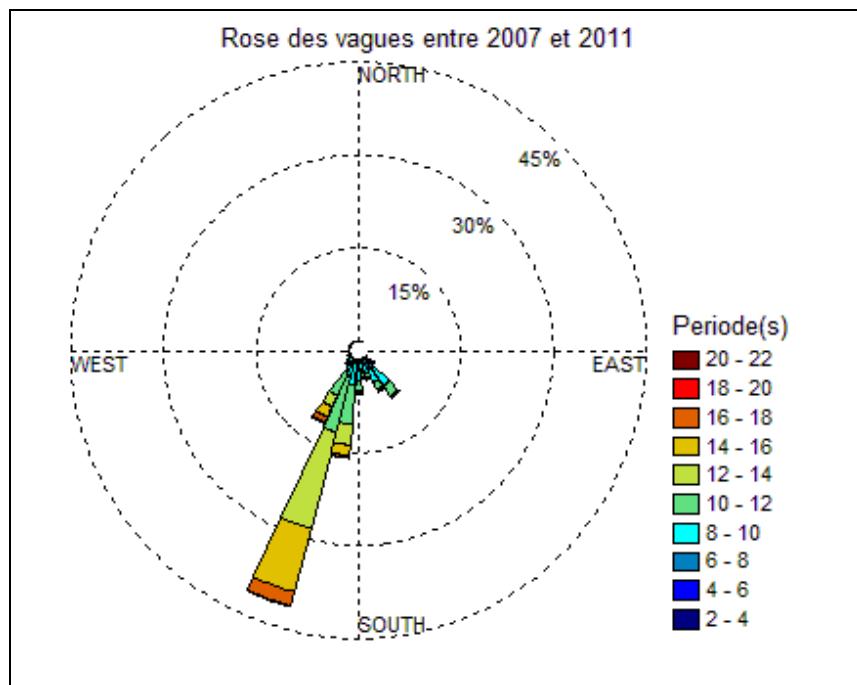


Figure 6 : Rose des houles - périodes de pic



Les Figure 7 et

Figure 8Figure 8 présentent sous forme d'histogramme les pourcentage d'occurrence des houle en amplitude et direction.

Figure 7 : Répartition des % d'occurrence de la houle en direction

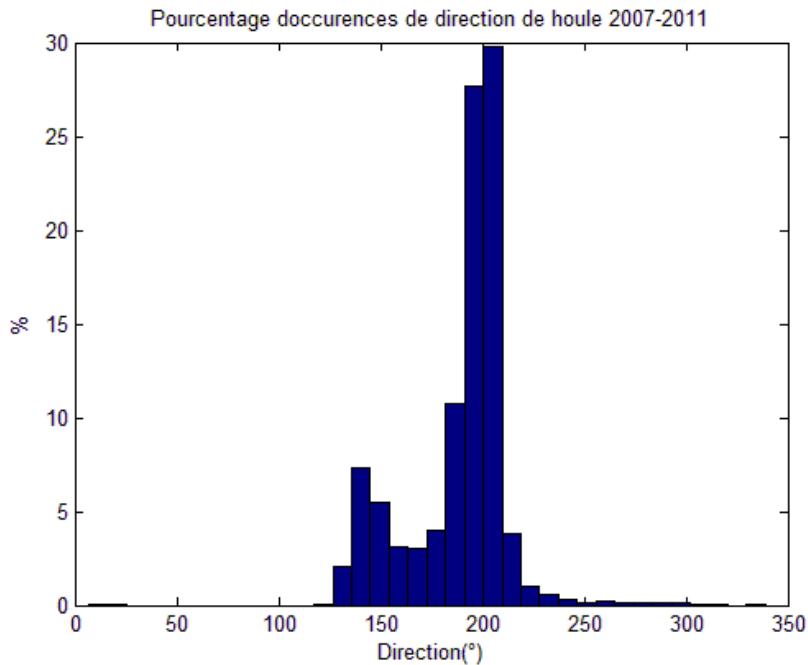
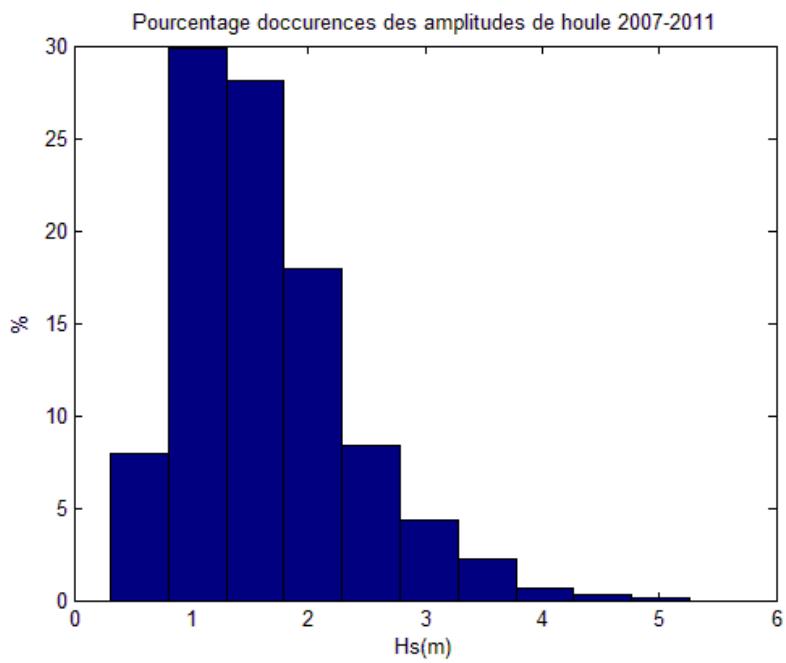


Figure 8 : Répartition des % d'occurrences de la houle en amplitude

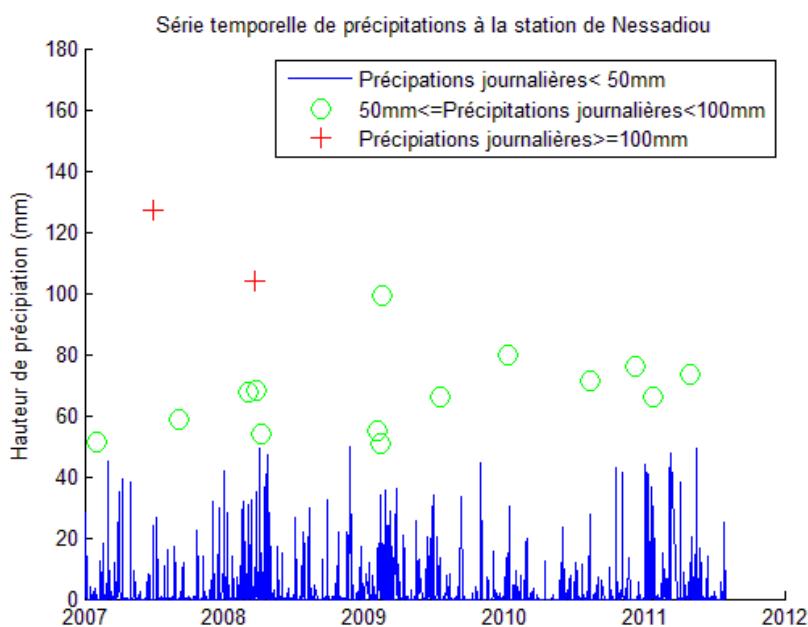


L'analyse statistique des données WW3 indique un spectre de houle centré sur le secteur Sud/Sud-ouest avec une hauteur significative moyenne de l'ordre de 1m à 1.5m. Les roses de houle trimestrielles (période des relevés topographiques), sont fournis à l'ANNEXE 2.

2.4.1.2 Données pluviométriques

La Figure 9 représente les cumuls journaliers de précipitation enregistrés par la station de Nessadiou sur la période 2007-2011. Les épisodes de pluie pouvant avoir une influence sur la dynamique sédimentaire sont représentés par des ronds verts et des croix rouges.

Figure 9 Série temporelle de pluie à la station Météo France de Nessadiou



D'une manière générale, les années 2008 et 2009 sont associées aux pluies les plus intenses. Cependant, les durées des épisodes pluvieux se sont limitées à quelques jours.

2.4.2 Identification des événements représentatifs d'un forçage

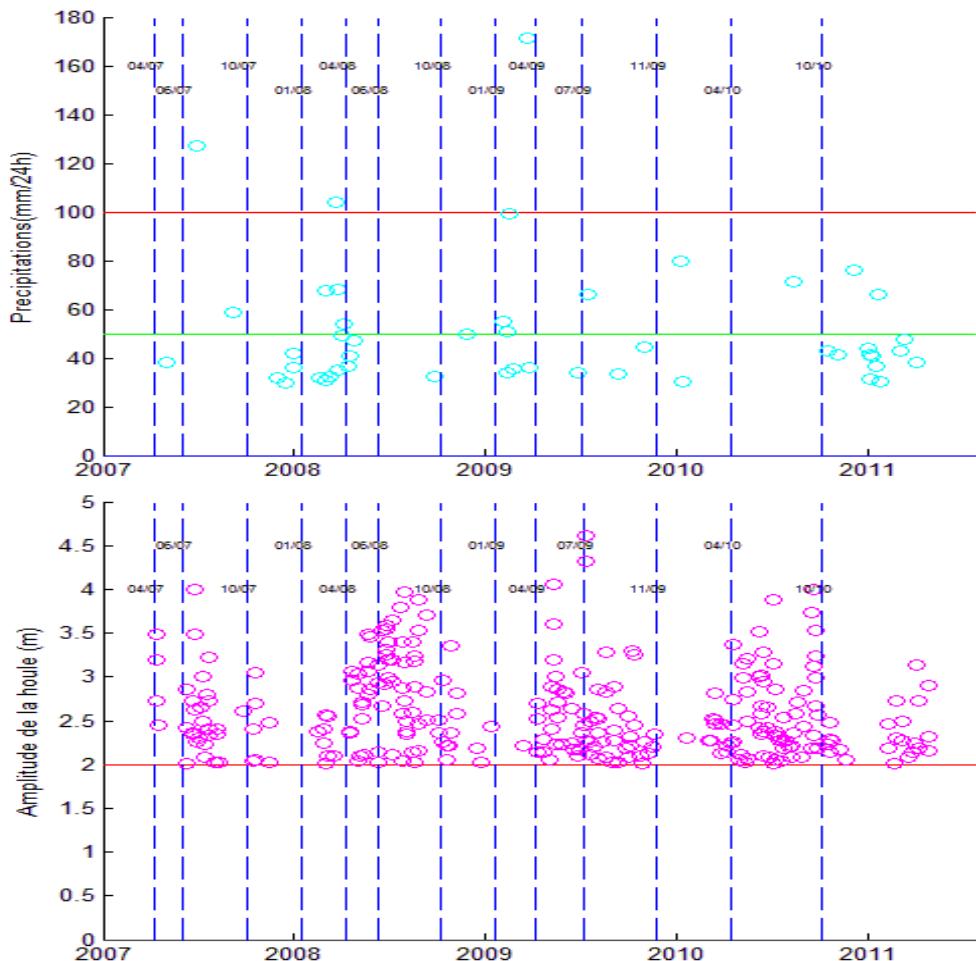
Le Tableau 3 et la Figure 10 présentent les épisodes de pluie et de houle significatifs rencontrés entre les différents relevés topographiques réalisés sur la période 2007-2011.

Ces conditions météo océanologiques permettent d'établir une corrélation entre les facteurs responsables de la dynamique et l'évolution des profils de plage.

Tableau 3 : Nombre d'épisodes significatifs de houle et de pluie

Périodes concernées	Durée de la période	Nombre d'épisode de houle significatif $Hs > 2m$ et $180^\circ < \text{dir} < 270^\circ$	Nombre d'épisode de pluie significatif Précipitations > 50 mm/24h
2Trim07-3Trim07	2 mois	4	0
3Trim07-4Trim07	4 mois	27	2
4Trim07-1Trim08	3 mois	7	0
1Trim08-2Trim08	3 mois	8	4
2Trim08-3Trim08	2 mois	21	0
3Trim08-4Trim08	4 mois	43	0
4Trim08-1Trim09	3 mois	12	0
1Trim09-2Trim09	3 mois	1	4
2Trim09-3Trim09	3 mois	29	0
3Trim09-4Trim09	4 mois	38	1
4Trim09-2Trim10	5 mois	12	1
2Trim10-4Trim10	6 mois	62	1
4Trim10-2Trim11	6 mois	23	2

Figure 10 : Répartition des épisodes significatifs de pluie et de houle



2.5 INTERPRETATION DE LA DYNAMIQUE LITTORALE

2.5.1 Evolution trimestrielle des secteurs de plage

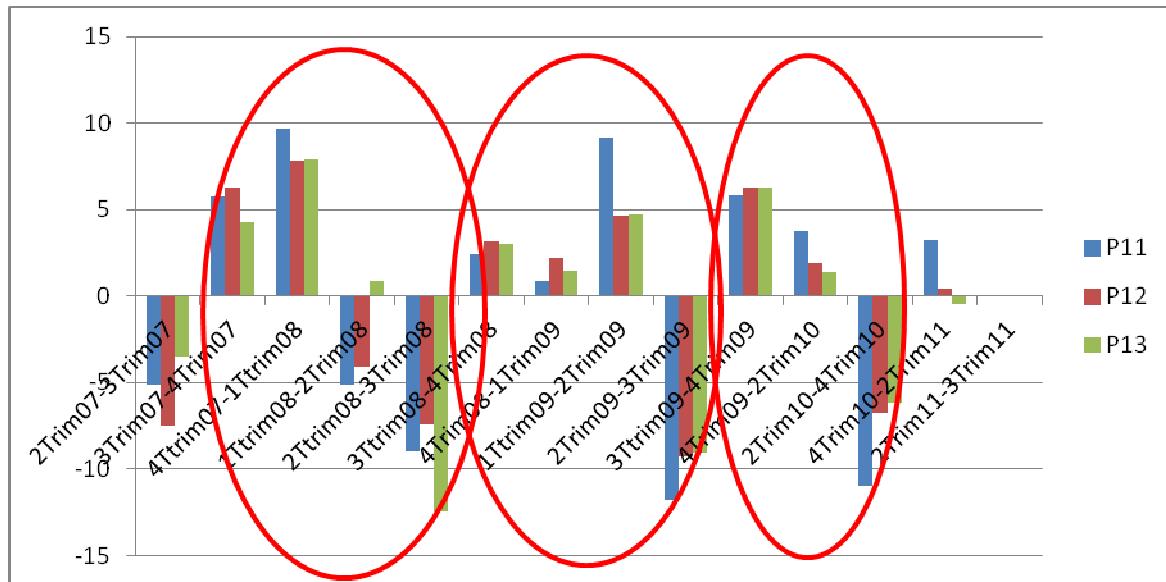
2.5.1.1 Secteur Nord

La représentation des largeurs de la plage aérienne à partir des relevés topographiques trimestriels de la DPM (cf. Figure 11) permet de mettre en évidence sur le secteur Nord un cycle rapide de fluctuations. On constate en effet qu'une progradation de la plage aérienne est systématiquement compensée par un recul et inversement. L'interprétation croisée entre la Figure 10 et la Figure 11 permet de dégager les tendances suivantes :

- 3Tr07-1Tr08 (7 mois) : 34 épisodes de houle comptabilisés \Rightarrow Accrétion secteur Nord
- 1Tr08-3Tr08 (5 mois) : 29 épisodes de houle comptabilisés \Rightarrow Erosion secteur Nord
- 3Tr08-2Tr09 (10 mois) : 56 épisodes de houle comptabilisés \Rightarrow Accrétion secteur Nord
- 2Tr09-3Tr09 (3 mois) : 29 épisodes de houle comptabilisés \Rightarrow Erosion secteur Nord
- 3Tr09-2Tr10 (9 mois) : 50 épisodes de houle comptabilisés \Rightarrow Accrétion secteur Nord
- 2Tr10-4Tr11 (6 mois) : 62 épisodes de houle comptabilisés \Rightarrow Erosion secteur Nord

Le cycle d'oscillation de la plage aérienne sur le secteur Nord est de l'ordre de 6 mois. Ce constat vient confirmer l'analyse dégagée dans le rapport d'études CAPSE ET 2006 500-01 rev0 intitulé « Phase 1 : Etudes préliminaires ».

Figure 11 : Evolution des largeurs de plage 2007/2011- secteur Nord



La dynamique sédimentaire de la plage aérienne le long du secteur Nord est contrôlée par l'attaque frontale de la houle. Elle se caractérise essentiellement par une dérive dite « cross shore » où les déplacements de sable se font le long du profil transverse à la plage. C'est ce que l'on observe pour les profils P11, P12 et P13 où le sable se déplace perpendiculairement à la plage provoquant tantôt une érosion, tantôt une progradation. Cette dérive « cross shore » est activée pour les épisodes de houle au large de secteur sud à ouest et d'amplitude supérieure à 2m.

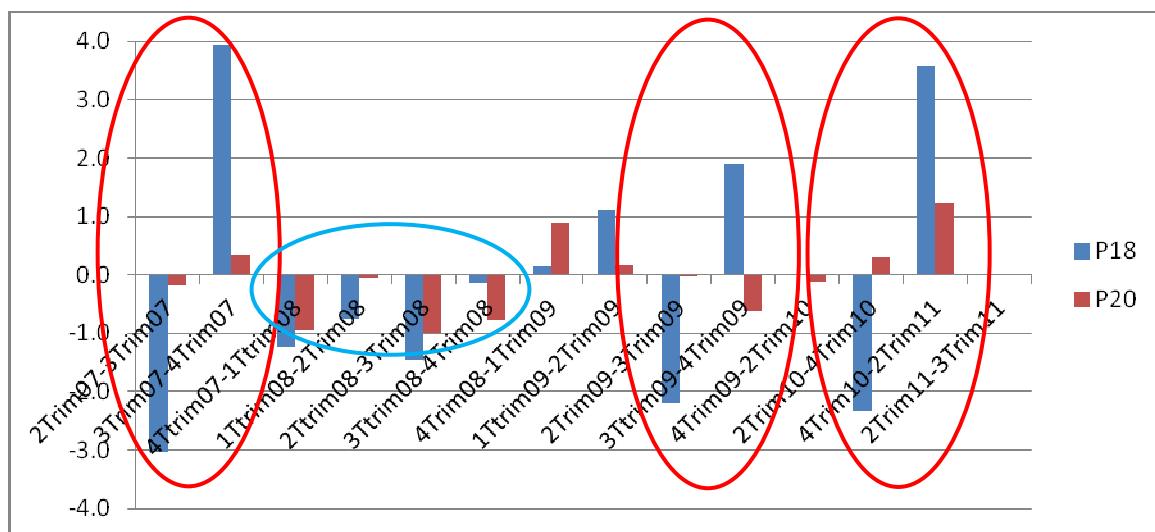
2.5.1.2 Secteur central

Le secteur central de la plage aérienne semble être contrôlée par deux dynamiques sédimentaires : l'une cross shore, l'autre longshore. En effet, la Figure 12 permet de mettre en évidence des fluctuations rapides (trimestrielles à semestrielles) de la largeur de la plage aérienne mais également une période relativement longue (1 an) durant laquelle la plage suit la même tendance évolutive (recul observé sur l'année 2008).

L'amplitude des déplacements observés de la plage aérienne sur le secteur central est le plus souvent faible (<1m) à modérée (<3m). Plus on se dirige vers le Sud et plus l'amplitude des déplacements de la plage aérienne est faible.

D'une manière générale, le secteur central de la plage aérienne est relativement stable sur la période 2007-2011. L'amplitude cumulée des déplacements reste inférieure à 1m sur la période considérée. Même si temporairement la plage est susceptible de s'élargir ou de reculer de manière significative sur ce secteur, elle présente une certaine stabilité sur un cycle pluri annuel. Le secteur central agit comme une zone de transit des sédiments.

Figure 12 : Evolution des largeurs de plage 2007/2011 - secteur Central



2.5.1.3 Secteur Sud

La dynamique du secteur Sud est plus complexe car elle est directement influencée par les mouvements du delta externe de l'embouchure Sud de la Néra. Ce dernier est en effet contrôlé par l'action combinée des écoulements de la rivière et de la houle. L'évolution de l'isobathe 0m NGNC de la plage aérienne entre les profils P20 et P27 est donc liée au volume de sable disponible sur l'emprise du delta externe. Deux scénarios sont possibles :

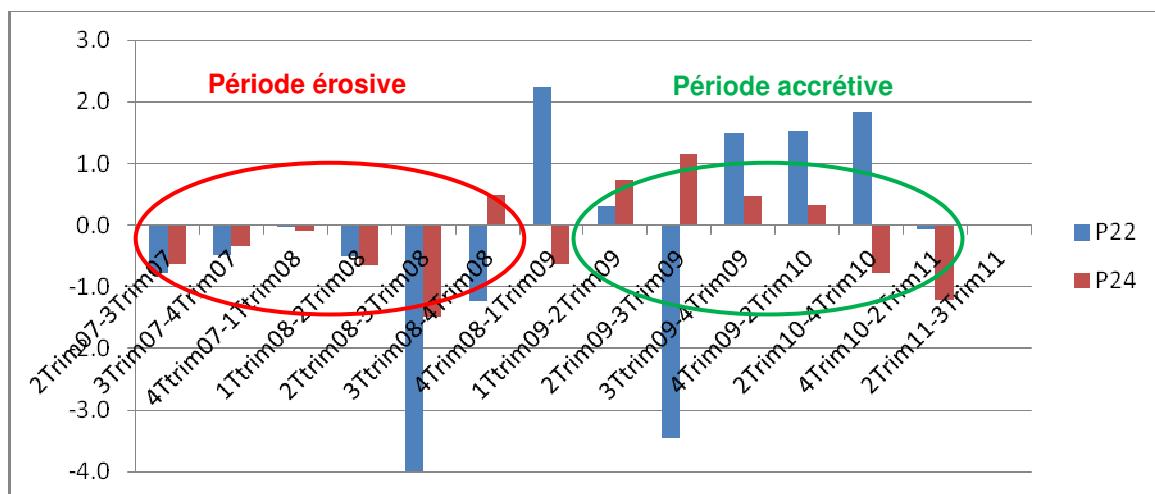
- Scénario 1 : Le promontoire sableux est faiblement représenté. Cette situation peut être rencontrée lors des périodes sèches durant lesquelles les apports en sable du delta interne vers le delta externe sont faibles. Le stock de sable disponible sur le promontoire sableux du delta externe est limité. La houle vient dissiper son énergie à proximité immédiate de la plage par déferlement. Un recul de l'isobathe 0m NGNC est prévisible sur les profils les plus au Sud au profit des profils situés plus en aval de la dérive littorale longshore.
- Scénario 2 : Le promontoire sableux est bien développé. Cette situation peut être observé après de fortes pluies. Le banc de sable du delta externe est généralement étalé sur un plan horizontal et de faible profondeur. Le sable est alors disponible pour

alimenter la plage par l'action des vagues. Ce scénario est généralement associé à une accréition de la plage aérienne.

L'analyse des largeurs de la plage aérienne permet de dégager les observations suivantes :

- Entre le 2^{ème} trimestre 2007 et le 3^{ème} trimestre 2008 la plage aérienne subit une érosion répétée. Cette tendance peut s'expliquer par la configuration morpho-bathymétrique du delta externe(scénario 1). Celui-ci est probablement moins étendue sur un plan horizontal et moins développé sur un plan vertical. Le stock de sable disponible est par conséquent limité. Même si des épisodes pluvieux significatifs se sont produits entre le 3^{ème} trimestre 2007 et le 2^{ème} trimestre 2008, ces derniers n'ont probablement pas été suffisamment intenses et durables pour alimenter efficacement le delta externe en sable. De ce fait le promontoire sableux du delta externe rempli moins efficacement son rôle de protection de la plage aérienne. Les vagues se propagent d'avantage vers la plage et viennent dissiper leur énergie par déferlement immédiatement sur la dune d'avant plage proximale. Cette dynamique est par conséquent plus érosive pour la plage aérienne et cela se traduit par un recul de l'isobathe 0m NGNC. Cette tendance est bien marquée entre le 2^{ème} trimestre 2008 et le 3^{ème} trimestre 2008. Durant cette période, aucune précipitation n'a été observée et 21 épisodes de houle de secteur Sud/Sud-ouest se sont produits.
- A partir du 1^{er} trimestre 2009, on observe une inversion de la dynamique de la plage aérienne avec une tendance générale à l'accréition. A l'exception d'un événement érosif significatif observé entre le 2^{ème} et le 3^{ème} trimestre 2009 (houle au large d'amplitude 4.5m), les profils de la plage aérienne sur le secteur Sud se recharge en sable. Cette tendance est vraisemblablement liée aux fortes pluies survenues entre le 1^{er} trimestre et le 2^{ème} trimestre 2009 qui ont contribué à approvisionner le delta externe en sable. Stock sableux à nouveau disponible dans le schéma d'alimentation de la plage aérienne par l'action des vagues.

Figure 13 : Evolution des largeurs de plage 2007/2011 – Secteur Sud



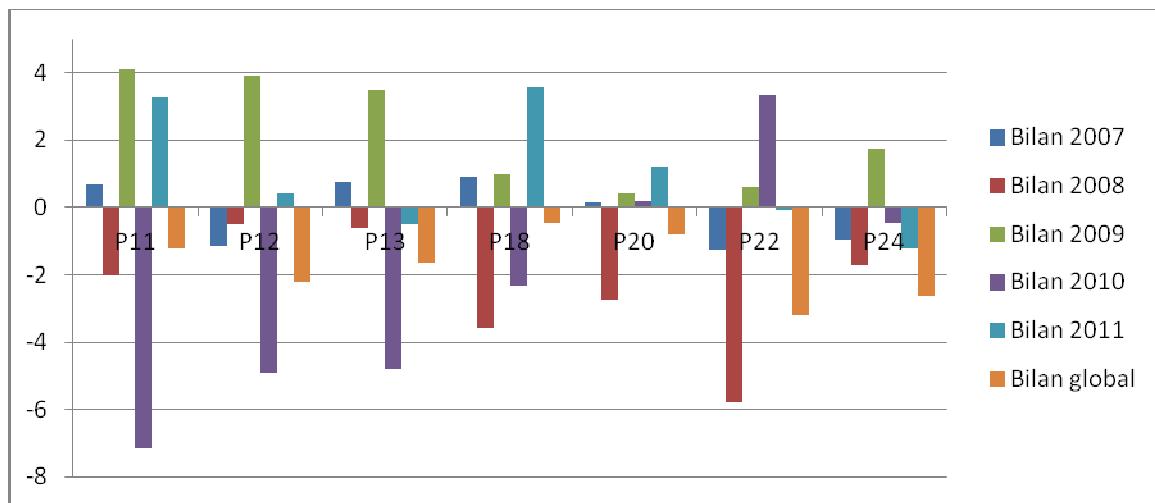
2.5.2 Evolution annuelle des largeurs de la plage aérienne

L'évolution annuelle de la plage aérienne se résume par les chiffres présentés au Tableau 4 et par l'histogramme de la Figure 14.

Tableau 4 : Synthèse de l'évolution annuelle de la plage par secteur

	Secteur Nord	Secteur Central	Secteur Sud
2007	0.0	0.9	-0.9
2008	-1.7	-3.2	-4.1
2009	2.4	0.8	-0.5
2010	-3.1	-1.5	1.5
2011	0.6	2.5	0.0

Figure 14 : Evolution annuelle des largeurs de la plage aérienne 2007/2011



A l'échelle interannuelle, on peut dégager les tendances suivantes sur l'évolution de la plage aérienne :

- 2007 : Situation stable. Il s'agit d'une année au cours de laquelle les événements de houle et de pluie ont été les moins nombreux et relativement peu intenses
- 2008 : Tendance globale à l'érosion avec un recul de la plage aérienne plus prononcé sur le secteur Sud (peu de pluie, delta externe peu développé, nombreux épisodes de houle de secteur Sud/Sud-ouest). Déficit en sable de la plage aérienne au profit de la plage sous marine
- 2009 : Tendance générale à l'accrétion avec un transfert significatif du sable de la plage sous marine vers la plage aérienne sur le secteur Nord. Les secteurs central et Sud sont quant à eux réalimentés progressivement en sable du fait de la reconstruction du delta externe
- 2010 : Erosion prononcée sur la moitié Nord de la plage aérienne et accrétion sur le secteur Sud. Période faiblement active au plan pluviométrique. En revanche de nombreux épisodes de houle sont venus frapper la plage. Le secteur Sud a par conséquent été réalimenté en sable à partir du stock du delta externe. La moitié Nord a en revanche subit les conséquences de l'attaque directe des vagues avec une redistribution du sable de la plage aérienne vers la plage sous marine.

- 2011 : Tendance à l'accrétion sur les secteurs central et Nord de la plage aérienne. Le secteur Sud est stable.
- 2007-2011 : Le bilan global depuis 2007 est à l'érosion avec un recul de l'isobathe 0 m NGNC de l'ordre de 1.5m pour le secteur Nord, 0.5m pour le secteur central et 4m pour le secteur Sud.

Conformément à l'analyse dégagée dans les précédents rapports d'étude, le secteur Sud de la plage aérienne est à l'origine du processus d'approvisionnement en sable des secteurs en aval de la dérive littorale. Le secteur Central se comporte toujours comme une zone par laquelle transit les échanges sédimentaires entre le secteur Sud et le secteur Nord.

D'une manière générale, même si la dynamique de la plage aérienne sur la période 2007-2011 suit la même logique d'évolution que sur la période 2003-2006, on constate néanmoins un recul sur l'ensemble des secteurs. Ce recul est le plus significatif sur le secteur Sud. Ce déficit des apports en sable peut probablement s'expliquer par une baisse de l'intensité du régime hydraulique de la rivière sur la période 2007-2011 et par conséquent à une diminution des apports en sable au delta externe.

3. EVOLUTION TOPO BATHYMETRIQUE DE LA PLAGE 2011

Afin d'enrichir la base de données topo-bathymétriques nécessaire à la compréhension de la dynamique hydro sédimentaire de la plage, 2 nouveaux levés de terrain ont été réalisés en 2011 :

- La première intervention topo bathymétrique s'est déroulée le 19 Avril 2011 avant le début des travaux de la tranche conditionnelle du désensablement de la digue fusible
- La deuxième intervention topo bathymétrique a été conduite le 13 Janvier 2012, soit après les travaux réalisés sur la plage aérienne en 2011

Ce travail porte donc à 10 le nombre de levés topo-bathymétriques effectués à la Roche Percée.

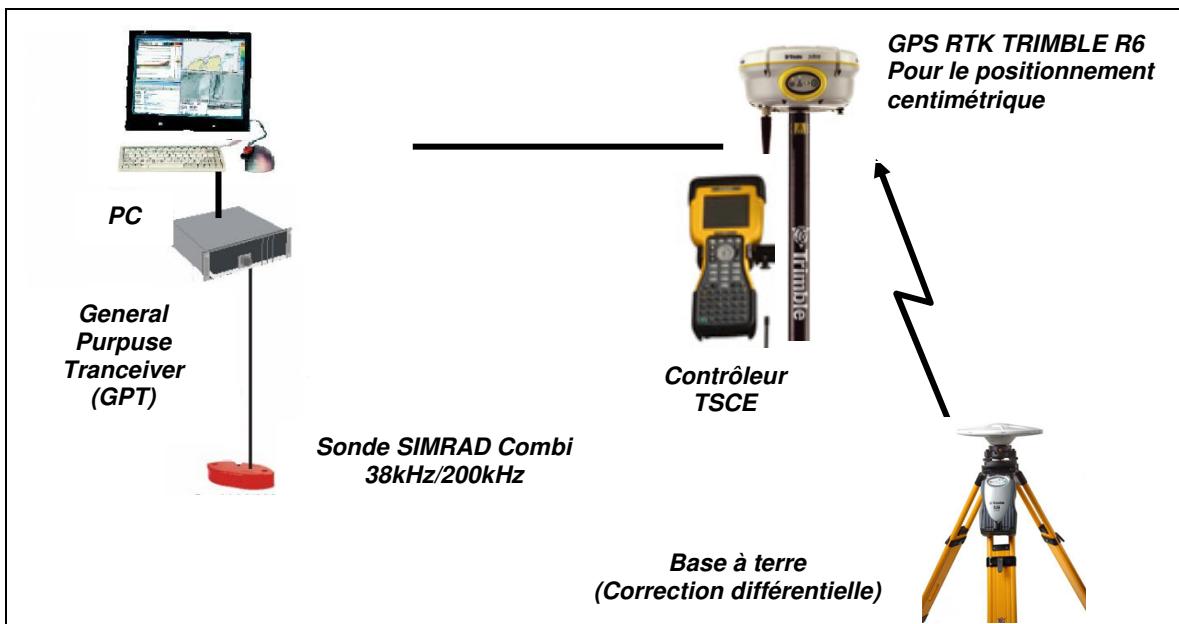
Ces informations permettent d'établir une corrélation entre l'évolution de la morphologie des fonds marins et de la plage aérienne et les épisodes météorologiques rencontrés.

3.1 MISSION DE TERRAIN

3.1.1 Chaine d'acquisition mise en œuvre

Les levés bathymétriques ont été réalisés à l'aide d'un sondeur vertical (mono faisceau) de haute précision de la marque SIMRAD, modèle EA400. Les signaux acoustiques sont émis à la fréquence 200 kHz et 38 kHz. Le positionnement sur l'eau a été réalisé à l'aide d'un GPS RTK Trimble R6 embarqué (utilisé en mode rover) et d'une base de correction différentielle à terre transmettant les données par radio (station RTK). Le couplage de ces deux appareils (échosondeur et GPS RTK) permet de générer un fichier brut de type XYZ (position géographique du point et profondeur correspondante) fournissant un positionnement centimétrique de la sonde de l'échosondeur (position planimétrique (XY)). La précision en planimétrie et en altimétrie est estimée meilleure que 0.1 mètre pour l'ensemble du levé.

Figure 15 : Schéma de la chaîne d'acquisition bathymétrique



3.1.2 Paramétrage des appareils

3.1.2.1 Etalonnage

Avant chaque intervention, un étalonnage du signal acoustique a été effectué. Pour cela une méthode de calcul de la célérité du son dans l'eau a été utilisée à partir de mesures in situ du couple Température/Salinité. Une actualisation régulière du couple Température/Salinité a été effectuée pour tenir compte de la localisation de la zone à lever (zone marine, rivière) et de l'effet de la marée.

3.1.2.2 Cadence d'échantillonnage

La fréquence d'acquisition des sondes a été paramétrée à 10Hz le long des profils réguliers afin de disposer d'une densité d'informations suffisante.

3.1.3 Déroulement des interventions

3.1.3.1 Levé bathymétrique

Les levés bathymétriques ont été réalisés à l'aide de notre vedette hydrographique de petites dimensions adaptée pour les zones de « petits fonds » difficiles à la manœuvre. Les campagnes se sont déroulées le 19 Avril 2011 et le 13 Janvier 2012.

PHOTO 1 : Vedette hydrographique et système de positionnement



L'acquisition des profondeurs a été conduite en suivant des profils prédéfinis à vitesse réduite (2 à 3 noeuds).

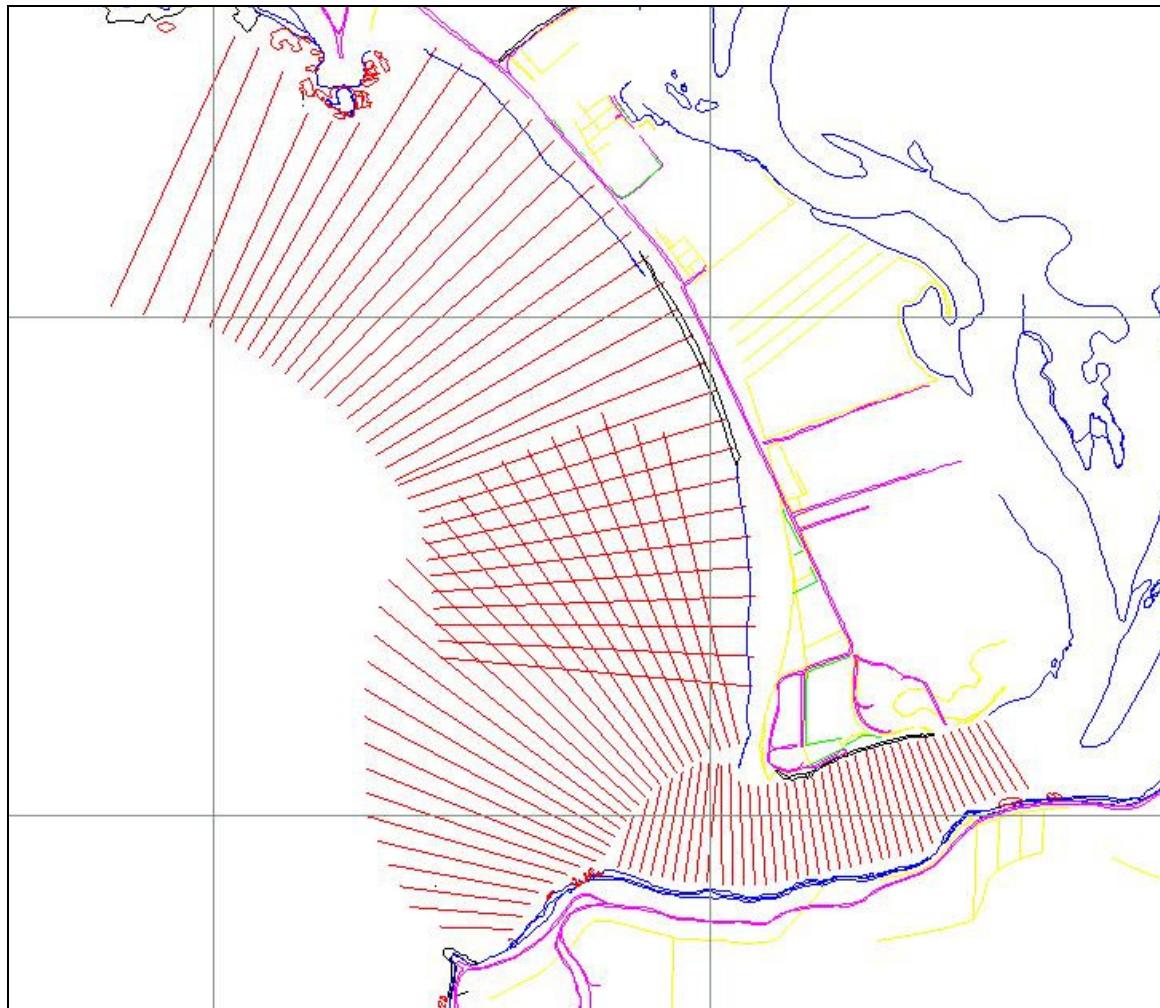
Afin de fournir le niveau de précision suffisant, l'acquisition des sondes bathymétriques a été réalisée le long de profils réguliers avec les résolutions suivantes :

- ⇒ Au 1/2000ème au niveau de la zone marine : levé réalisé avec un pas d'espacement inter profils de 50m,

⇒ Au 1/100ème au niveau de la zone d'embouchure et dans les bras de la rivière. Les profils ont été définis perpendiculaires à l'axe d'écoulement de la rivière avec un pas d'espacement de 20 m.

La Figure 16 illustre l'ensemble des profils bathymétriques qui ont été suivis par notre embarcation.

Figure 16 : Profils bathymétriques théoriques



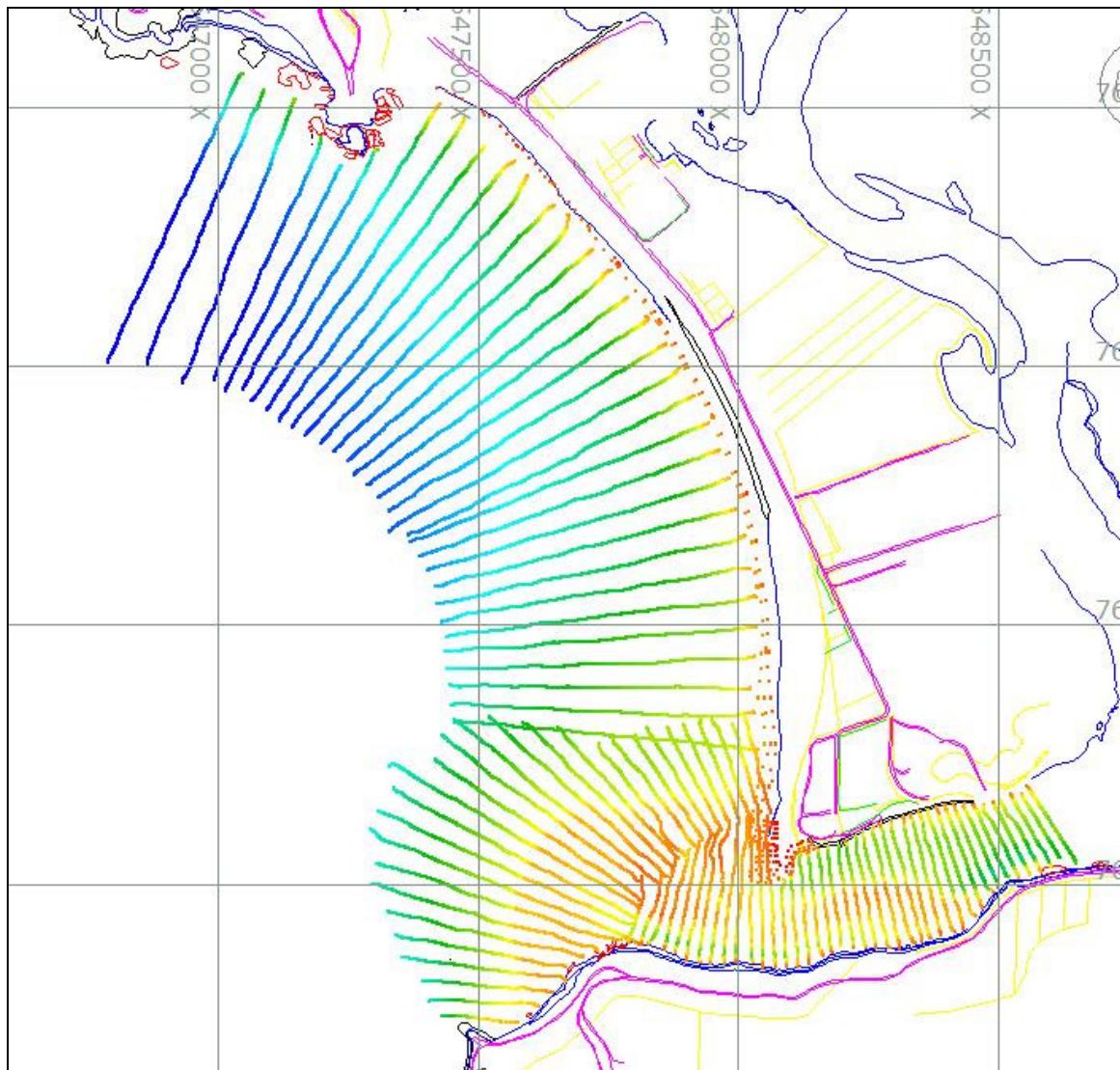
Le linéaire total du levé hydrographique est de 44 km pour une emprise d'environ 145 ha.

	Levé du 19/04/11	Levé du 13/01/12
DOP Min	1.5	0.7
DOP Max	2.9	1.6
Nombre Satellites Min	7	7
Nombre Satellites Max	9	12
Nb sondes validées	811 352 (à 100 Hz)	143 990 (à 10 Hz)
Nb sondes conservées après traitement	677 445	141 641

Les sondes ont été enregistrées dans le système géodésique WGS 84 en projection UTM 58 (configuration standard GPS/HYPACK).

Le plan des points de sonde brutes est illustré à la Figure 17.

Figure 17 : Plan des points de sonde topo bathymétrique



3.1.3.2 Levé topographique

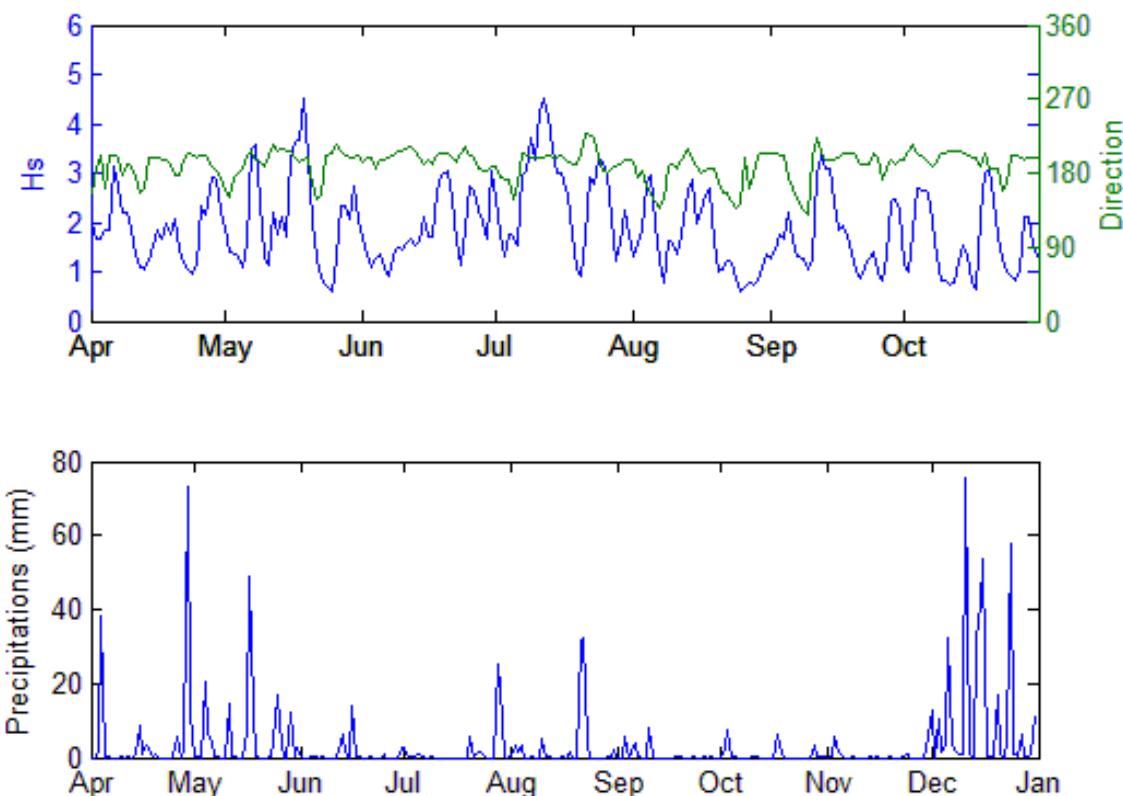
La méthodologie utilisée pour le suivi topographique de la plage aérienne est la suivante :

- Réalisation des levés topographiques le long de 16 profils témoins perpendiculaires à la côte, référencés 10 à 26 et distants de 100 m environ. Ces profils font également l'objet d'un contrôle régulier par le Service Topographique de la Province Sud depuis 1994
- Réalisation d'un semi de points topographiques sur l'emprise de la flèche sableuse et sur l'emprise du promontoire du delta externe à l'extrémité Sud de la plage de la Roche Percée

3.1.4 Contexte météo océanologiques

La figure 18 permet d'illustrer les conditions météo océanologiques rencontrées entre le levé N°9 (19/04/11) et le levé N°10 (13/01/12). Les données de houle au large issues de la base de données WW3 sont disponibles jusqu'au mois d'Octobre 2011. Les données pluviométriques provenant de la station Météo France de Nessadiou se limitent quant à elles au 31 Décembre 2011.

Figure 18 : Série temporelle de pluie et de houle - 2011

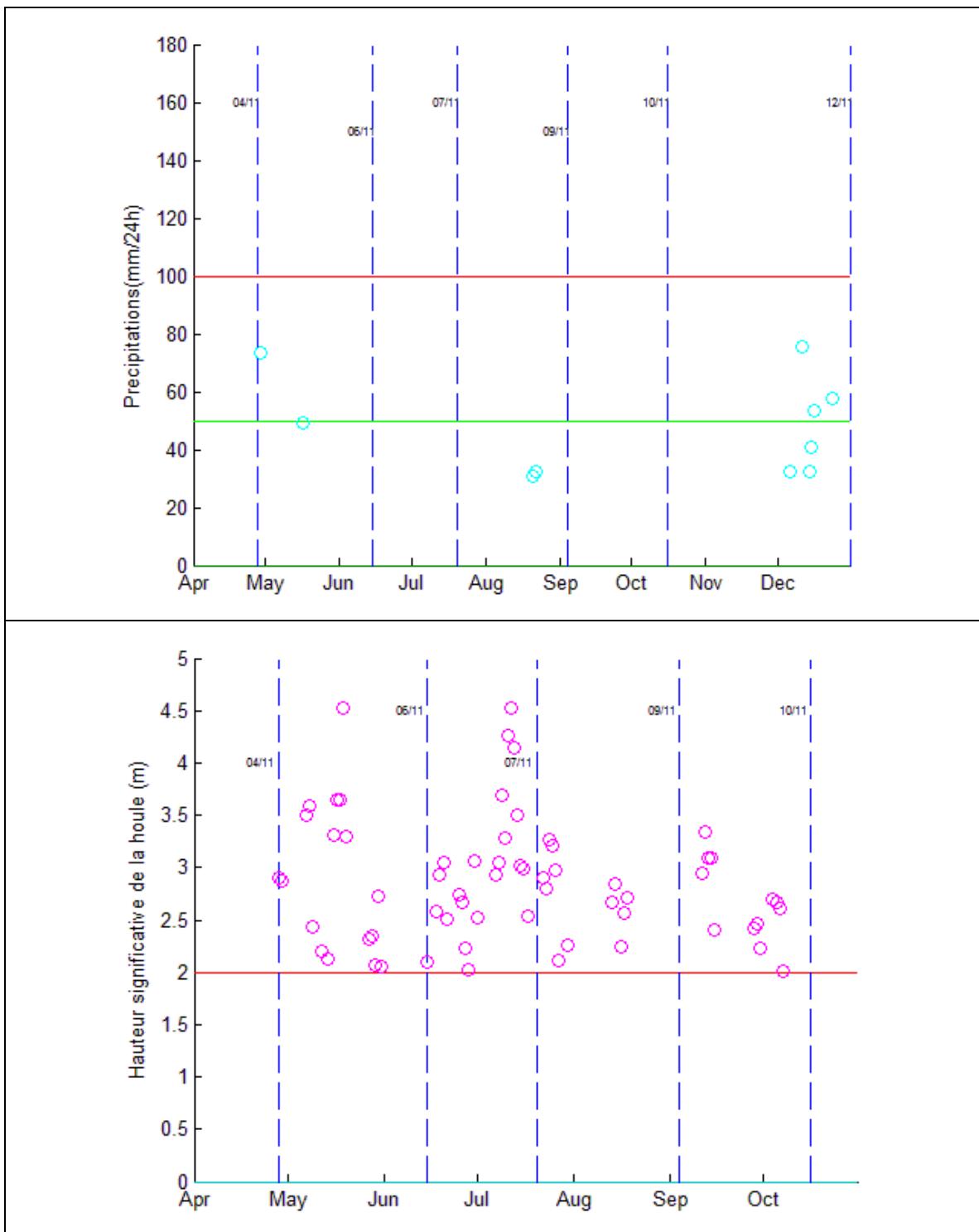


Les figures ci-dessous permettent d'identifier les conditions météo océanologiques significatives qui ont été rencontrées entre les levés N°9 et N°10. Sont considérées significatives les événements pluvieux supérieurs à 50mm en 24h et les houles au large de secteur Ouest/Sud-ouest d'amplitude supérieure à 2m.

Tableau 5 : Houle et pluviométrie observée entre le 19/04/11 et le 13/01/12

Périodes concernées	Durée de la période	Nombre d'épisode de houle significatif $Hs > 2m$ et $180^\circ < \text{dir} < 270^\circ$	Nombre d'épisode de pluie significatif Précipitations > 50 mm/24h
Avril-Juin 2011	2 mois	20	1
Juin-Juillet 2011	1 mois	22	0
Juillet-Septembre 2011	2 mois	12	0
Septembre-Octobre 2011	1 mois	12	0
Octobre-Décembre 2011	2 mois	NC	3

Figure 19 : Répartition des épisodes significatifs de pluie et de houle sur 2011

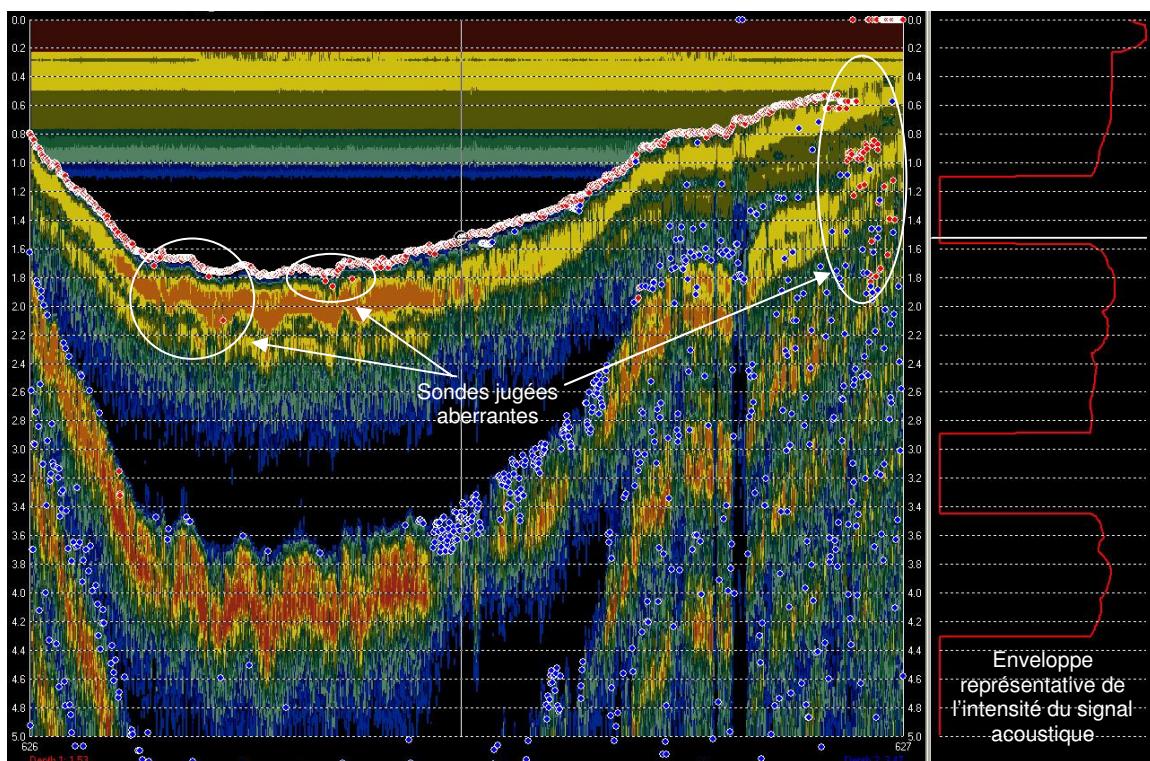


3.2 TRAITEMENT DES DONNEES

Ce travail a consisté à analyser chaque échogramme enregistré sur la fréquence 200 kHz et à isoler les points de sonde aberrantes résultants d'une onde multiple ou d'une incapacité de traitement du signal acoustique retour (turbidité excessive, très petits fonds, etc.).

La Figure 20 illustre l'enregistrement d'un échogramme « brut ». Les sondes mesurées avec la fréquence 200 kHz sont représentées en rouge. Cette visualisation fait apparaître pour chaque point de sonde l'intensité de la réponse acoustique du signal réfléchi (fenêtre de droite). L'analyse croisée des limites de pics bathymétriques et des caractéristiques du signal acoustique réfléchi permet d'isoler les sondes aberrantes.

Figure 20 : Echogramme brute



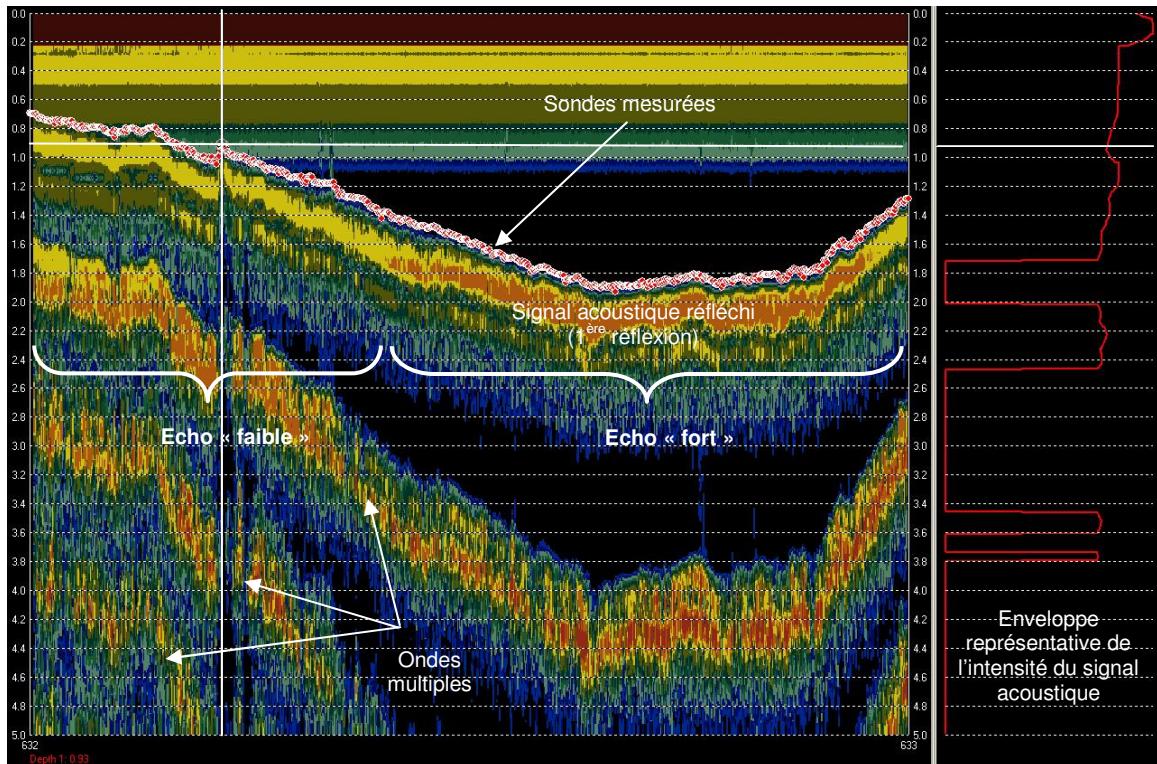
A l'issue de la phase de traitement, les sondes isolées et supprimées du levé pour chaque séance de travail sont les suivantes :

- ⇒ Levé du 19/04/11 : 677 445 sondes, soit une perte de 16%
- ⇒ Levé du 13/01/12 : 141 641 sondes, soit une perte de 2%

La Figure 21 illustre la représentation d'un échogramme après l'opération de traitement.

Le carnet des échogrammes totalise 100 fichiers. Ces derniers ne peuvent être présentés en annexe du présent rapport en raison de la taille excessive des fichiers informatiques associés. En revanche, à la demande de la Province Sud, des échogrammes spécifiques pourront être transmis séparément.

Figure 21 : Echogramme traité



3.3 INTERPRETATION DES LEVÉS

3.3.1 Représentation des isobathes et des courbes de niveaux

Par souci de lisibilité, les levés topo bathymétriques ont été rédigés à l'échelle 1/6500^{ème}.

Les sondes bathymétriques représentées sur les plans sont réelles et rédigées avec un tri surfacique à 20m. Les isobathes sont produites par interpolation du MNT avec un pas de 0,5m. Les points topographiques sont réelles et n'ont pas fait l'objet d'un tri surfacique.

Les relevés hydrographiques et topographiques relatifs à chaque séance de travail sont fournis à l'ANNEXE 3. Celle-ci s'attache à présenter les sondes bathymétriques et les isobathes. Les relevés sont rédigés dans le référentiel planimétrique RGNC91/Projection UTM58. Les profondeurs sont exprimées par rapport au zéro NGNC selon la convention altimétrique (l'axe des z orienté vers le haut).

3.3.2 Modèle numérique de terrain

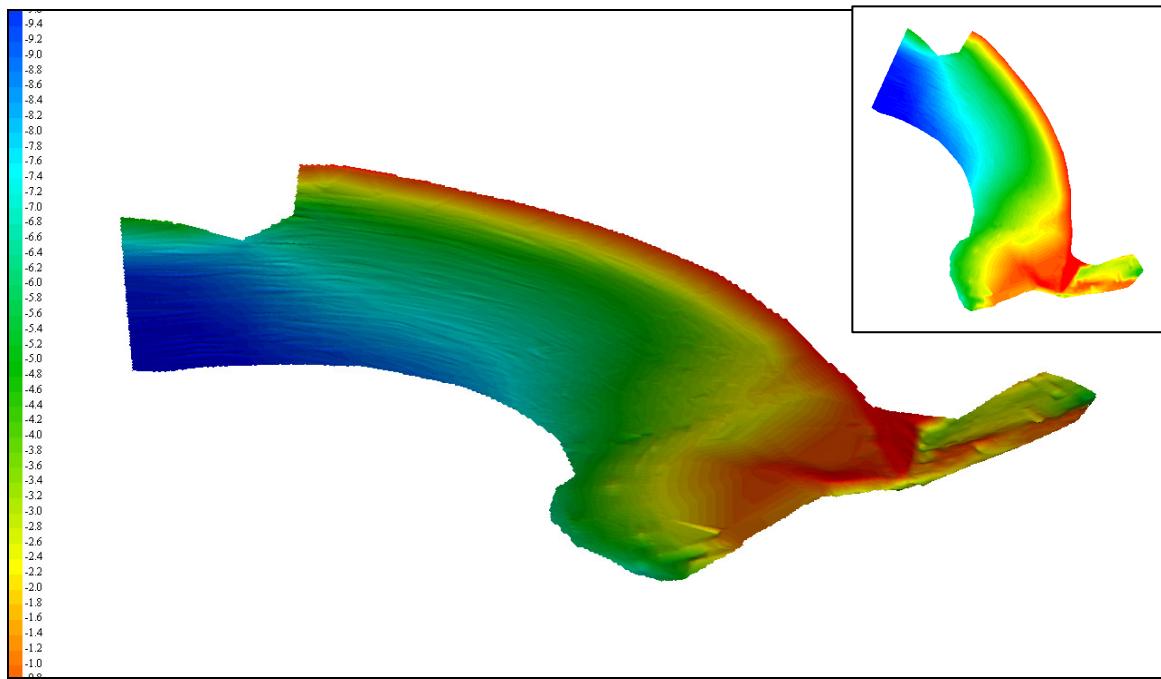
Un Modèle Numérique de Terrain consiste à visualiser en 3D la morphologie des fonds de la rivière, de son embouchure (zones terrestres et sous marines) et de la plage (aérienne et sous marine). L'objectif recherché consiste à effectuer une superposition des MNT relatifs aux deux relevés topo bathymétriques réalisés afin de dégager une estimation des cubatures des déblais et remblais. Les zones en érosion et en accrétion seront ainsi clairement localisées. Celles-ci nous renseigneront sur l'évolution volumétrique de la plage sur l'année 2011.

Chaque Modèle Numérique de Terrain a été élaboré avec un maillage régulier à 5m.

3.3.2.1 Levé avant travaux du 19 Avril 2011

Un coefficient d'exagération en z de 5 a été utilisé pour la représentation graphique de la Figure 22.

Figure 22 : MNT 3D réalisé avec une exagération en z=5



3.3.2.2 Levé après travaux du 13 Janvier 2012

Le MNT présenté à la Figure 23 est produit avec un coefficient d'exagération en z de 5. La présente un zoom sur l'embouchure de la Néra.

Figure 23 : MNT 3D réalisé avec exagération en z=5

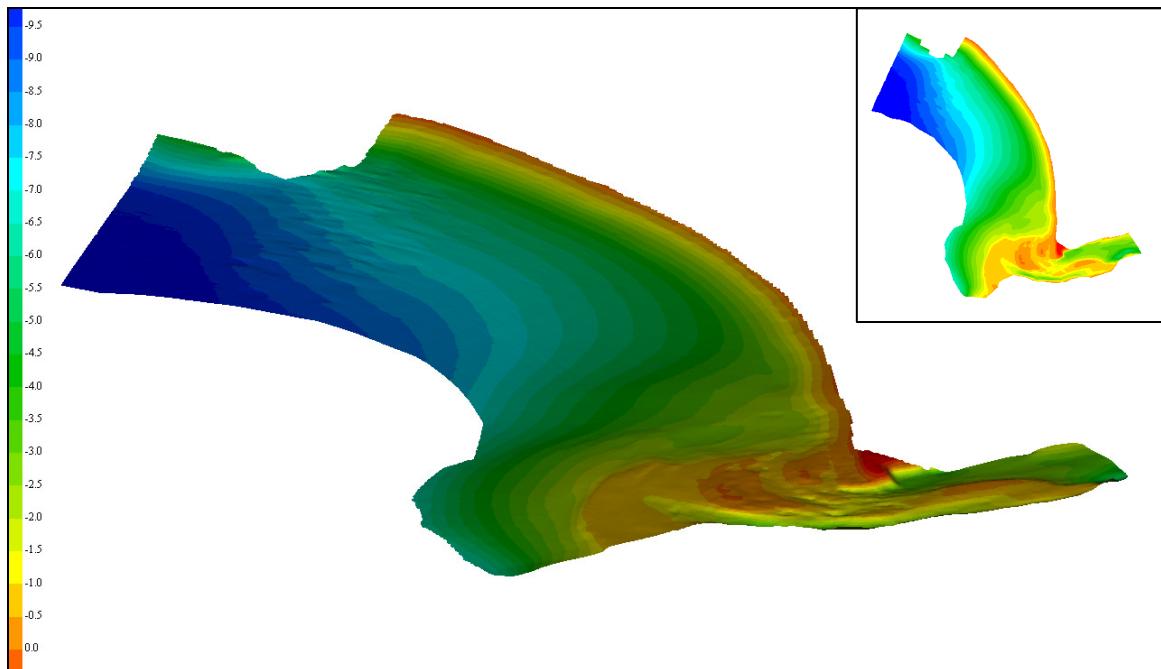
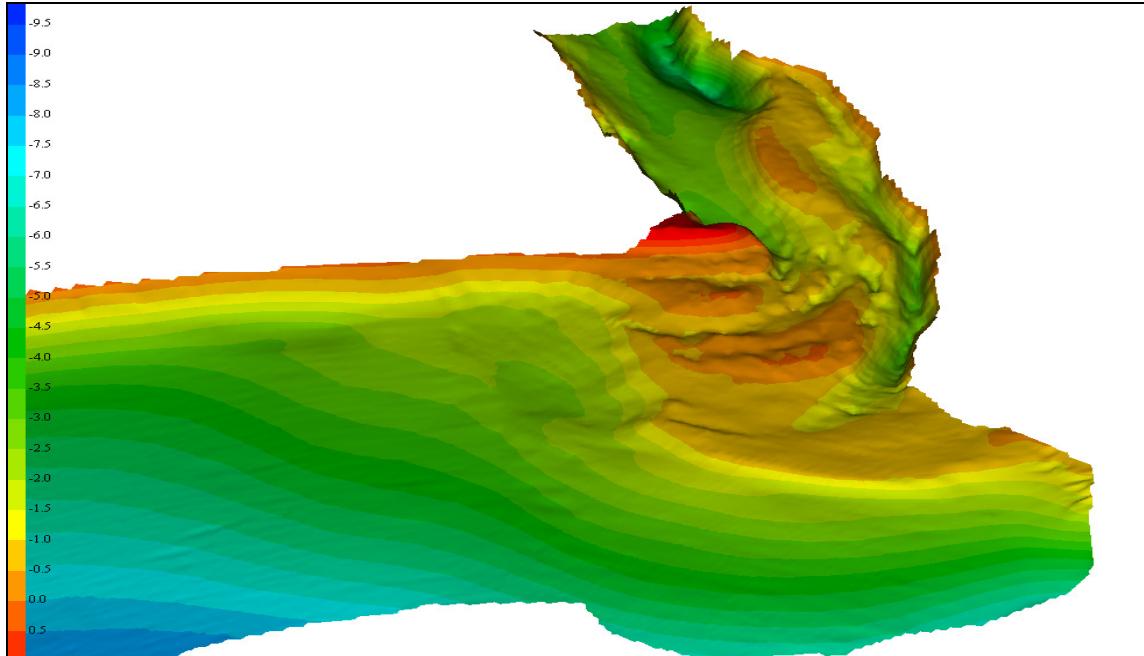


Figure 24 : Zoom sur l'embouchure de la Néra



3.3.3 Evolution topo bathymétrique de la plage

3.3.3.1 Evolution de la plage aérienne entre Avril 2011 et Janvier 2012

Les levés topographiques du 19 Avril 2011 et du 13 Janvier 2012 ont été superposés. Il est ainsi possible de renseigner l'évolution des 16 profils de la plage aérienne (P10 à P26). Les graphiques représentatifs de l'évolution de chaque profils sont fournis à l'ANNEXE 4.

Pour les besoins de la présente étude, tous les profils topographiques de la plage aérienne ont été exploités. L'évolution de la courbe de niveau 1m NGNC pour les 16 profils est synthétisée au Tableau 6.

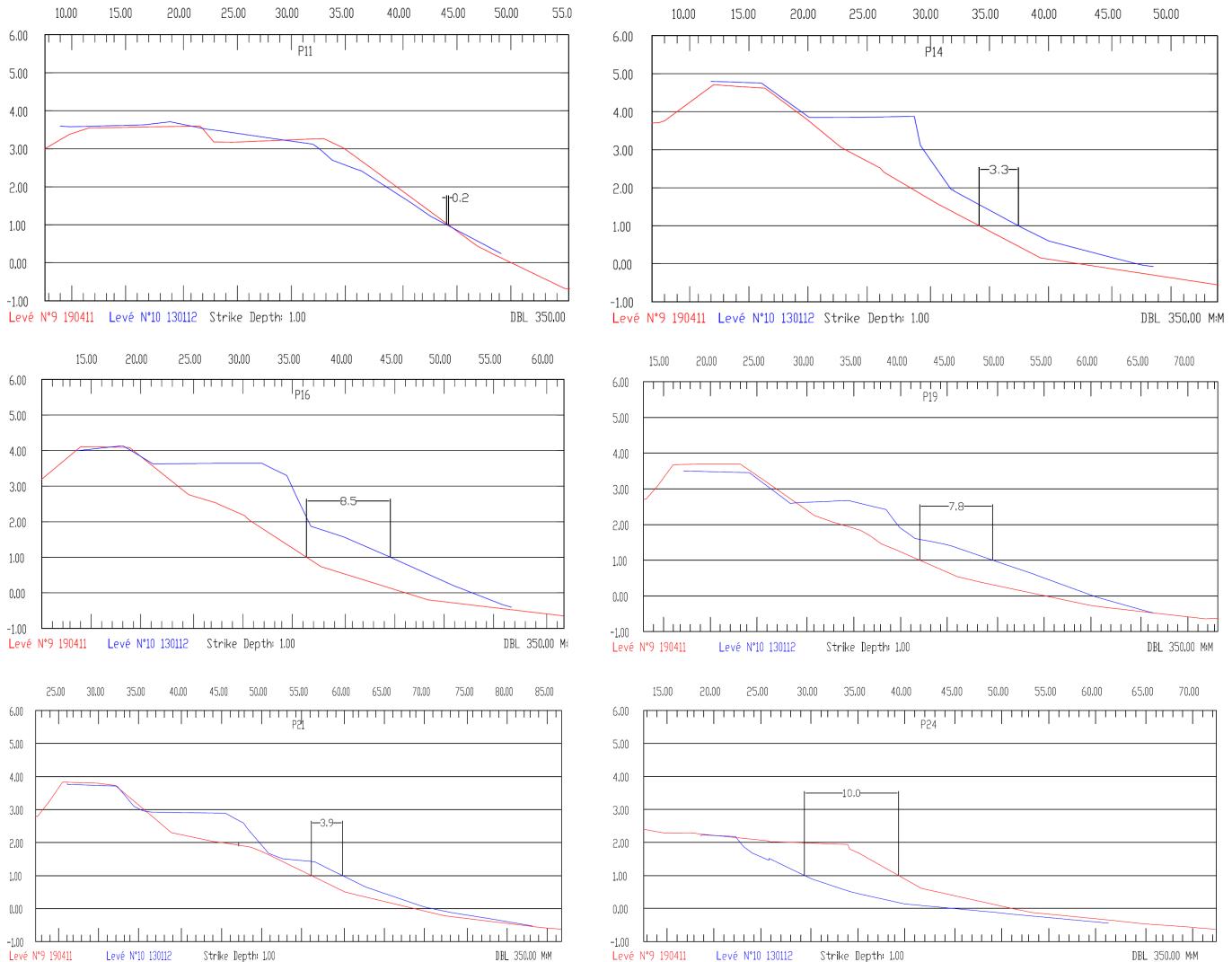
Tableau 6 : Synthèse de l'évolution des courbes de niveau +1m et 0m NGNC

Evolution de la courbe de niveau +1 m NGNC																	
Date	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
19-avr-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-janv-12	2.9	-0.2	3	2.9	3.2	4.7	8.3	8.8	8.8	7.6	6.3	3.8	-0.6	-2.5	-9.8	-13	-14.5
Evolution de la courbe de niveau 0 m NGNC																	
Date	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
19-avr-11				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-janv-12				2.9	4.8	6.7	6.6	6.7	5.7	5	3.6	2.2	0.6	-2.4	-6.1	-5.1	-11.5

A titre d'illustration, seuls 6 profils caractéristiques de la plage aérienne (P11, P14, P16, P19, P21 P24) sont ici représentés (cf. Figure 25).

Les profils de la plage aérienne concernés par le rechargement artificiel en sable se concentrent entre P13 et P22.

Figure 25 : Superposition des profils de la plage aérienne

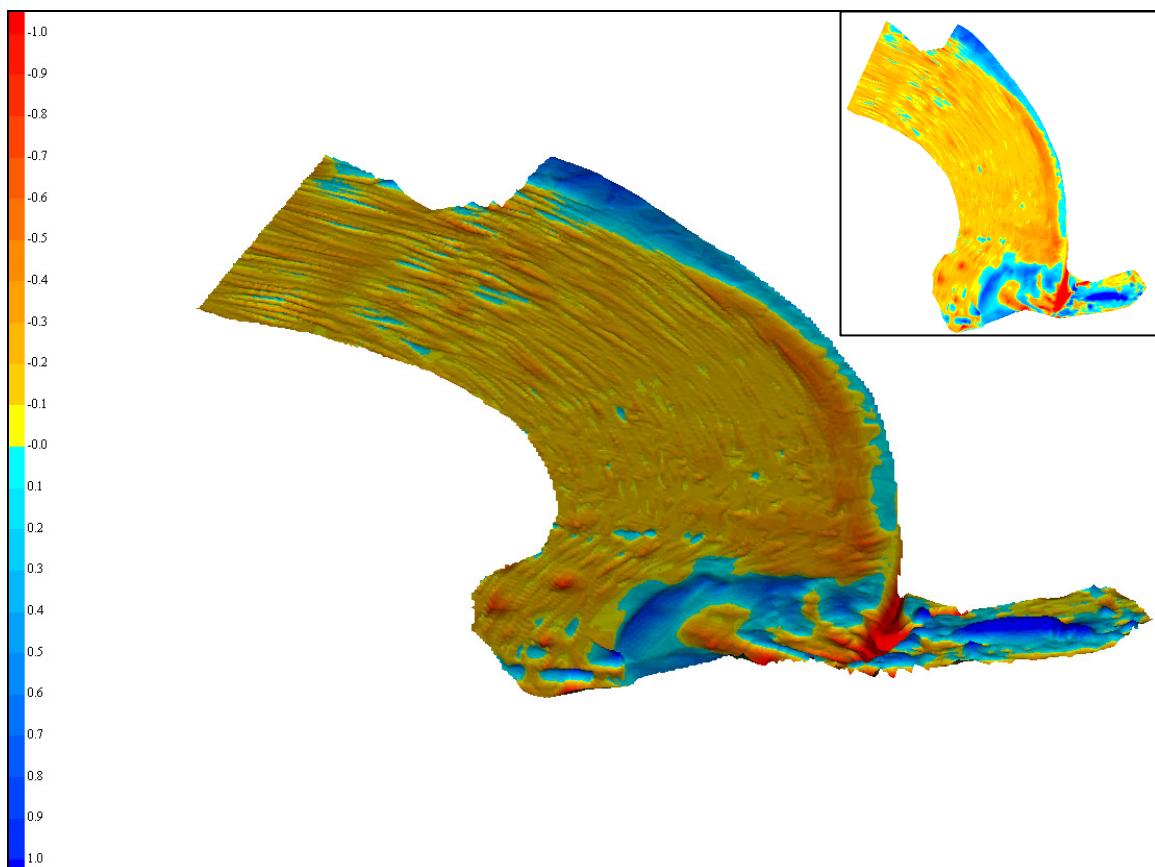


3.3.3.2 Evolution de la plage sous marine entre Avril 2011 et Janvier 2012

La comparaison entre les deux MNT produits a été réalisée en considérant une surface de références commune d'environ 140 ha.

La Figure 26 illustre la différence entre le MNT du levé réalisé le 19/04/2011 et le MNT issu du levé du 13/01/2012. Cette figure fait ressortir les zones concernées par une accumulation de matériaux (remblais correspondant à des valeurs positives) et les zones ayant subi une érosion (valeurs négatives).

Figure 26 : Différence entre MNT du 19/04/11 et MNT du 13/01/12

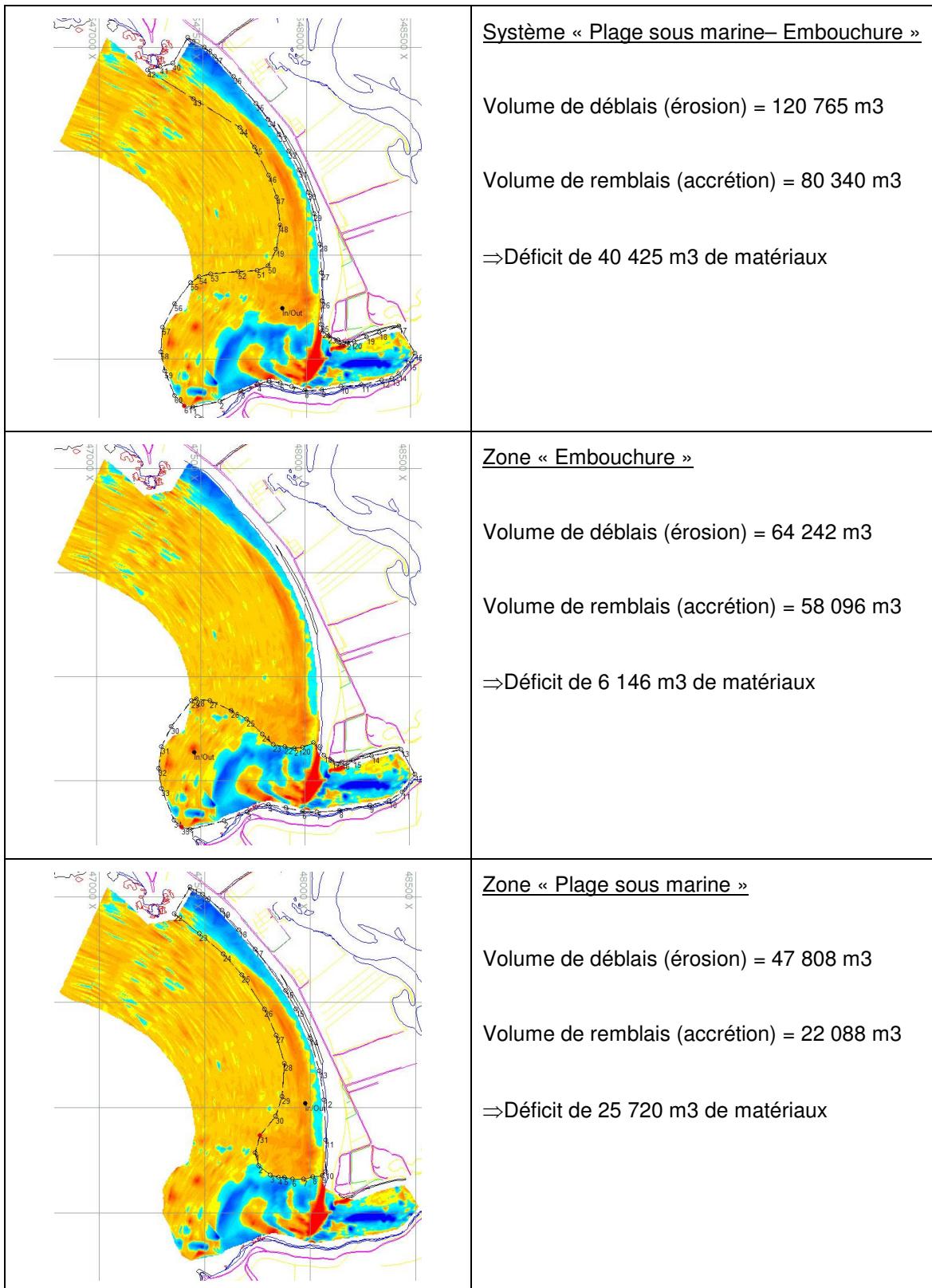


La balance des déblais/remblais calculée sur l'emprise totale de la zone couverte conduit aux volumes suivants :

- ⇒ Volume de remblais = 81 304 m³ (surface 25.5 ha)
- ⇒ Volume de déblais = 222 486 m³ (surface 102 ha)

Si l'on considère des zones spécifiques sur lesquelles l'amplitude des déplacements de sable est supérieure à 0.2m, les bilans de matière déblais/remblais sont présentés à la Figure 27.

Figure 27 : Bilan déblais/remblais



4. BILAN ET RECOMMANDATIONS

L'analyse des deux levés topo bathymétriques réalisés avant et après les travaux de réensablement (tranche conditionnelle du projet) permettent de mettre en évidence l'évolution de la plage dans son ensemble (plage sous marine et plage aérienne).

Suivi de l'évolution topographique de la plage aérienne Avr 2011-Janv 2012

A noter l'apparition entre les profils P12 et P22 d'une micro falaise érosive relativement bien développée selon le secteur de plage concerné. En effet, entre les profils P13 et P17, une rupture significative de la pente de la plage aérienne est observée entre la cote +2m et +4m NGNC. Celle-ci se caractérise par un talus d'une hauteur moyenne de 1.4m (max 1.9m en P14). La pente de la micro falaise actuelle pour les différents profils est renseignée au Tableau 7.

Tableau 7 : Pente de la plage entre la cote +2m et +4m NGNC

Profils de plage	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Pente de la plage avant rechargement	19%	20%	19%	17%	18%	14%	18%	17%	16%	14%	11%	10%	11%
Pente de la plage après rechargement	15%	27%	29%	43%	61%	100%	58%	46%	27%	26%	23%	22%	25%

Cette situation s'explique vraisemblablement par la différence de consistance entre la section de plage ayant fait l'objet du rechargement en sable et la section de plage laissée « libre ». En effet, la tranche de matériaux mis en œuvre sur la plage présente une couche superficielle relativement indurée d'environ 30 à 40 cm d'épaisseur. Celle-ci agit comme un « point dur » qui limite le processus de redistribution naturel du sable le long du profil de plage (érosion naturelle transversale). Dans cette configuration, les échanges sédimentaires transversaux ne sont pas suffisants pour que la plage revienne vers son profil d'équilibre naturel. Pour compenser ce déficit, les échanges sédimentaires s'établissent sur un plan vertical. Ce type de dynamique entraîne un affaissement du profil de plage avec l'apparition de micro falaise érosive active. Ces marques érosives sont plus ou moins prononcées en fonction de l'exposition à l'attaque frontale des vagues.

La situation actuelle de la plage résulte d'une décision prise lors de la réunion de fin de chantier en date du 05 Aout 2011. En effet, les représentants des diverses associations de l'îlot de la Roche Percée se sont exprimés collégialement pour que le décompactage du sable mis en œuvre sur la plage ne soit pas réalisé par l'entreprise en charge des travaux. Cette décision était motivée par la volonté de voir retarder le plus possible le recul transversal de la plage au détriment de la problématique relative à la ponte des tortues grosses têtes. En effet, l'un des objectifs du projet de désensablement et de rechargement de la plage en sable consistait à réhabiliter un espace de ponte des tortues « grosses têtes ». Cet objectif n'a pas pu être rempli pour la saison de ponte 2011-2012 du fait des pentes trop importantes le long de la plage entre les profils P11 et P22 et du degré de compactage du sable sur la zone rechargée.

Aujourd'hui, il est de notre responsabilité de réitérer la recommandation formulée auprès du maître d'ouvrage à l'issue des travaux de rechargement en sable de la plage, à savoir :

- ⇒ *Procéder au décompactage des matériaux déposés sur la plage dans le cadre de la tranche conditionnelle des travaux de désensablement de la digue fusible et cela dès la fin de la saison de ponte des tortues.*
- ⇒ *Rétablissement un profil compris entre 15 et 20% en supprimant la rupture de pente actuelle*
- ⇒ *Poursuivre le suivi topographique de la plage*

Suivi de l'évolution de la plage sous marine et de l'embouchure Avr 2011-Janv 2012

L'évolution de la bathymétrie est conforme à la dynamique sédimentaire qui contrôle les différents secteurs de la zone d'étude, à savoir :

- ⇒ Zone embouchure : Elle est le siège des échanges sédimentaires entre le delta interne et le delta externe de la Néra sous l'influence de la marée et des écoulements de la Néra. L'interprétation des deux levés réalisés met en évidence des apports significatifs en sable sur les zones du delta interne et du delta externe avec la formation de bancs de sable bien développés. Ces apports se sont opérés au détriment de la flèche sableuse initialement présente à l'extrémité Sud de la plage lors du levé de Avril 2011. Aujourd'hui, celle-ci a été entièrement détruite à l'issue des pluies du mois de décembre 2011. Au plan volumique, la zone de l'embouchure est en équilibre dynamique puisque la balance des déblais/remblais révèle un déficit de seulement 6 000 m³ (soit environ 9% du volume de sable mobilisé sur l'intervalle de temps considéré).
- ⇒ La plage : Sa dynamique est variable les secteurs de la plage et par conséquent de l'exposition aux vagues. Le secteur Nord semble être à nouveau le siège des déplacements de sable les plus importants. On constate en effet la présence d'un stock sableux bien développé sur la zone d'avant plage proximale entre les profils P10 et P15. Celui-ci résulte de la dynamique « cross shore » qui contrôle ce secteur de la plage et des apports en sable depuis le Sud par l'action de la dérive littorale « longshore ». Au plan volumique, la zone d'avant plage proximale présente un déficit d'environ 25 000 m³ (soit environ 50% du volume de sable mobilisé).

Aujourd'hui se sont près de 35 000 m³ de sable qui ont été déposés sur la plage aérienne en Juillet 2011. Le profil d'équilibre de la plage aérienne et de la plage sous marine n'est pas encore atteint. Pour cela, il est nécessaire de laisse opérer les vagues et les marées sur une période plus longue (de l'ordre de 1 à 2 ans). Encore faut-il que la plage aérienne soit décompactée.

Comme pour tout projet de recharge de plage en sable, nous recommandons de poursuivre le suivi topo bathymétrique de la plage sur 2012 et 2013. Trois campagnes annuelles sont nécessaires pour pouvoir appréhender correctement les fluctuations de la plage.

ANNEXES

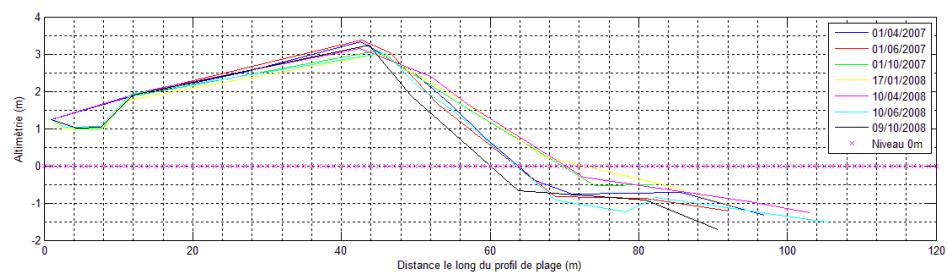
ANNEXE 1

SUPERPOSITION DES PROFILS DE PLAGE

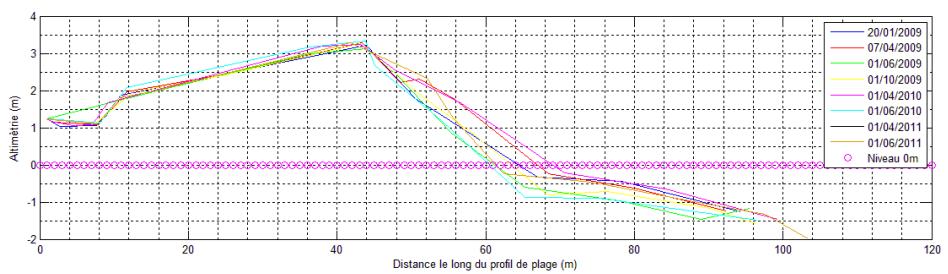
Profils de plage topographiques (DPM) de la Roche Percée entre 2007 et 2011

PROFIL P10

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P10

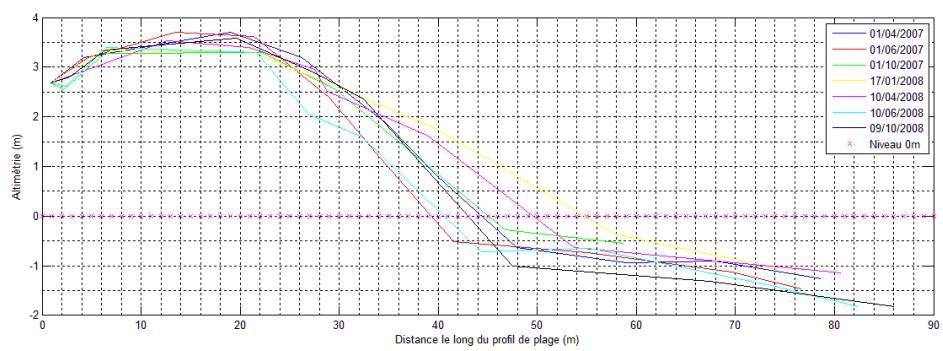


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P10

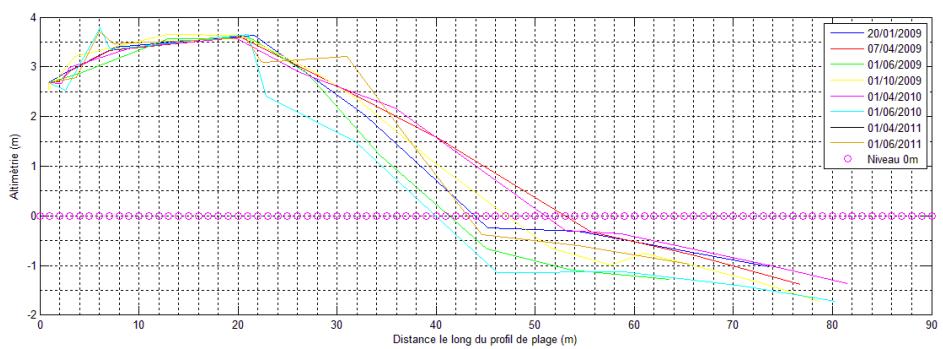


PROFIL P11

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P11

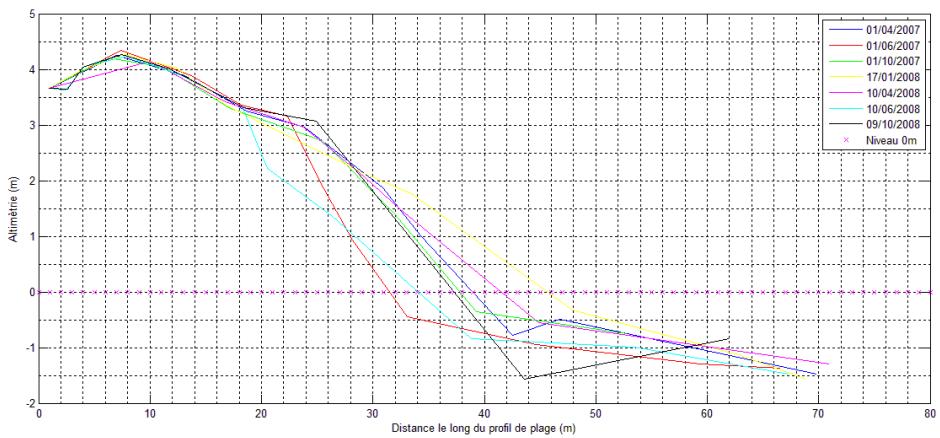


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P11

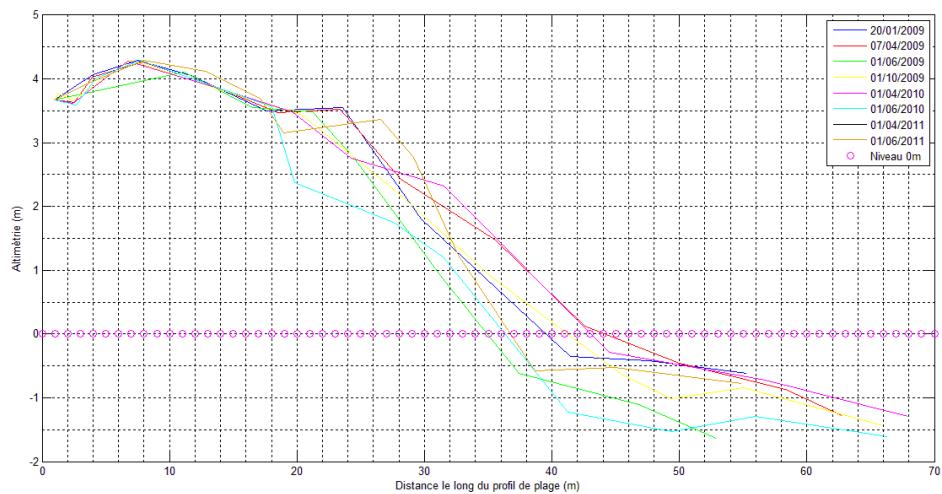


PROFIL P12

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P12

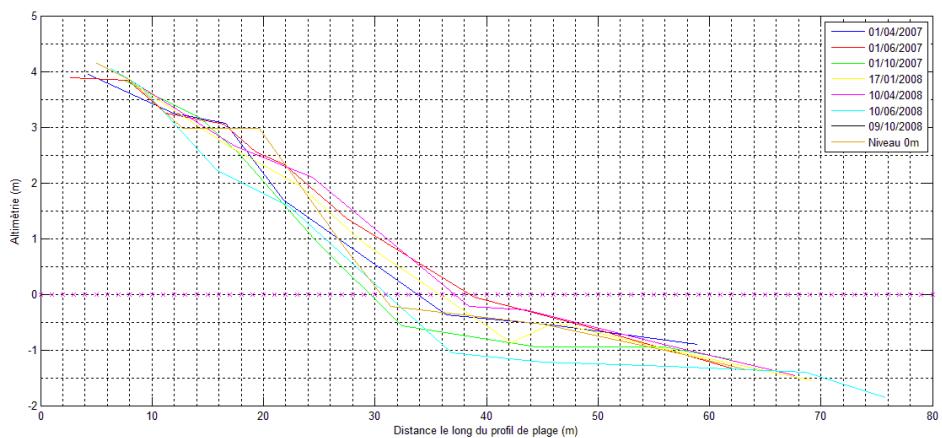


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P12

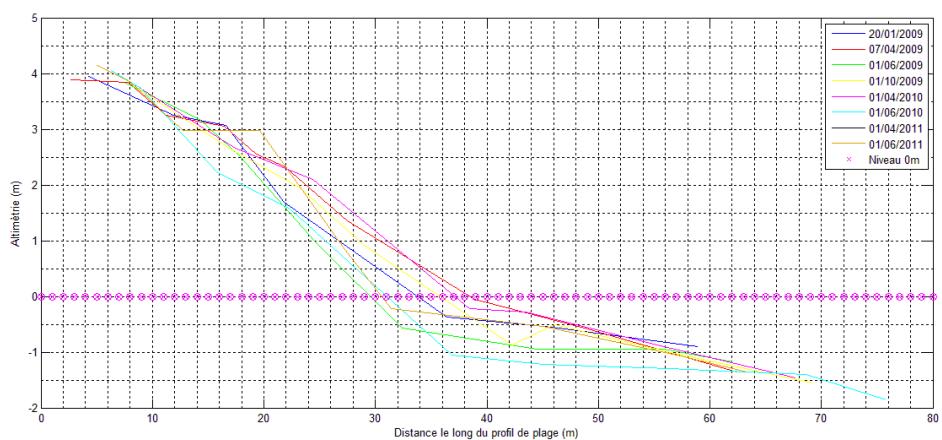


PROFIL P13

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P13

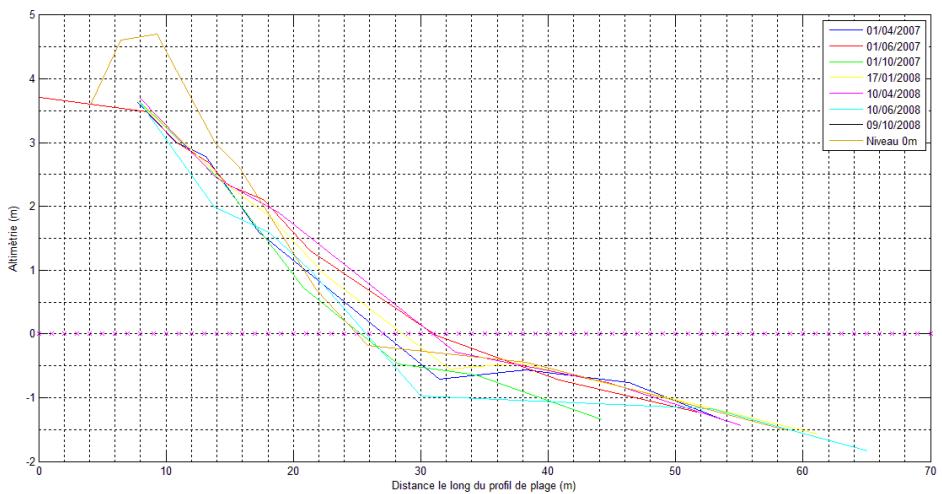


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P13

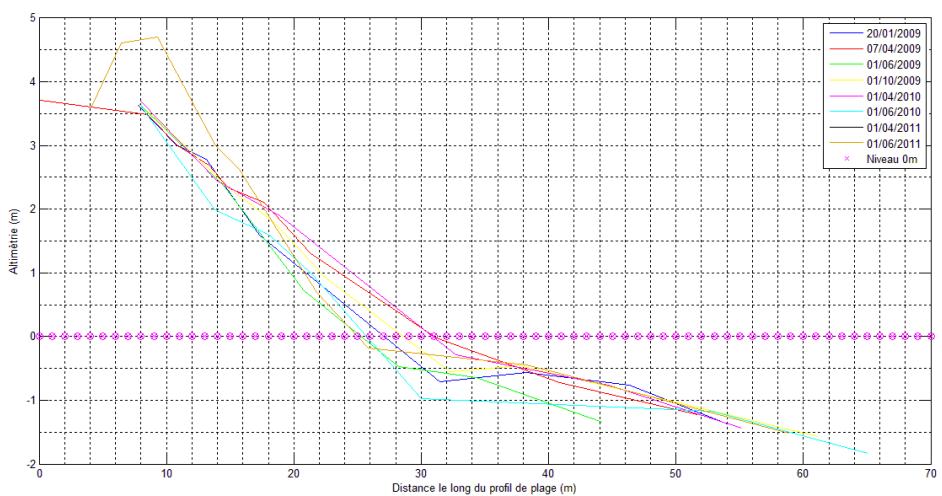


PROFIL P14

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P14

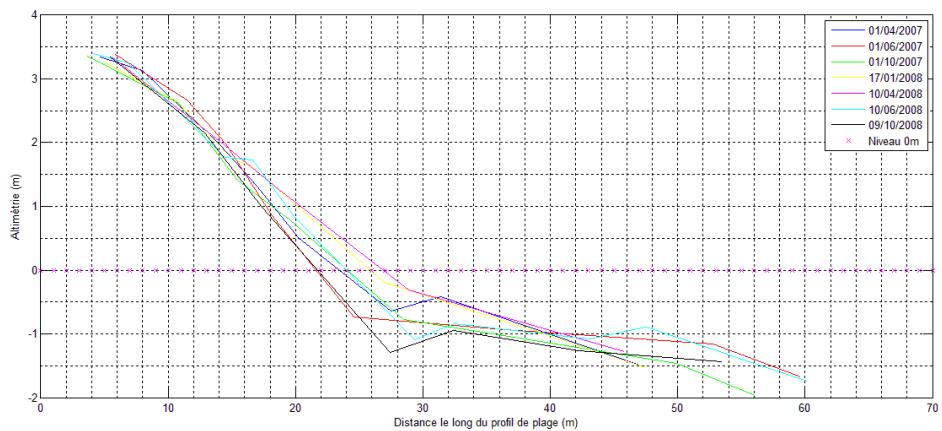


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P14

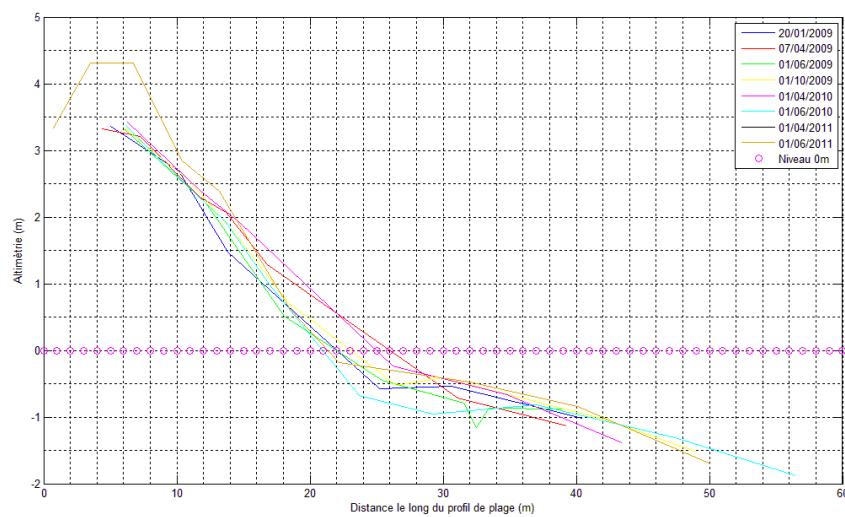


PROFIL P15

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P15

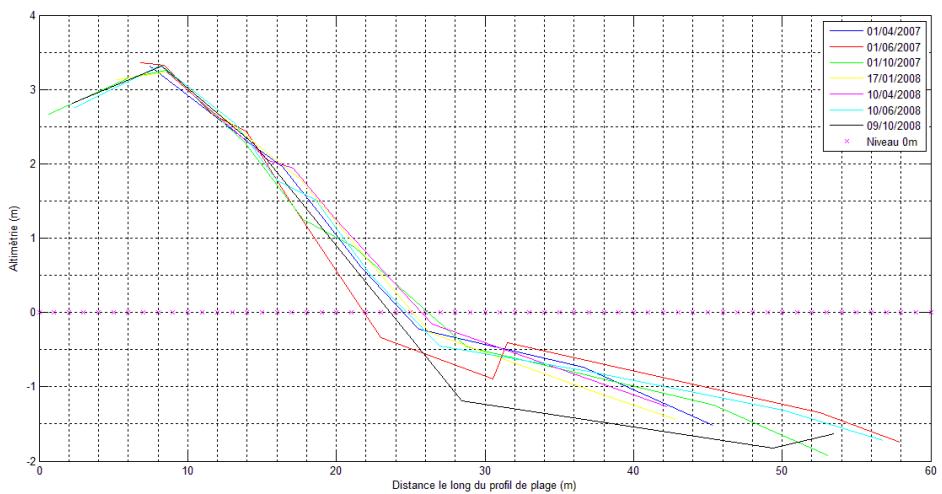


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P15

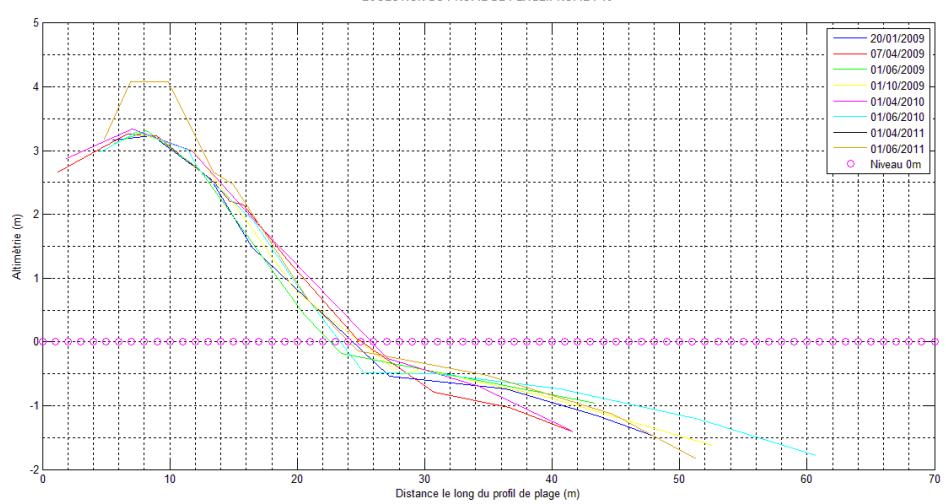


PROFIL P16

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P16

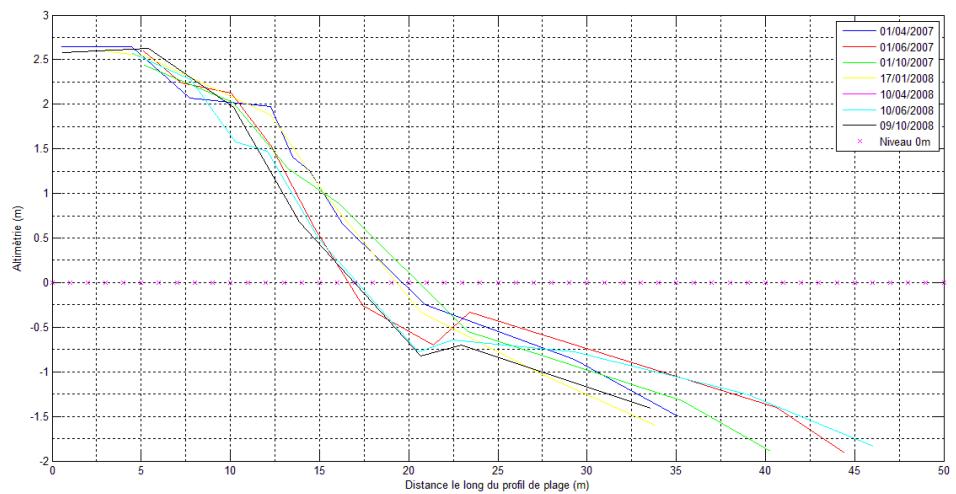


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P16

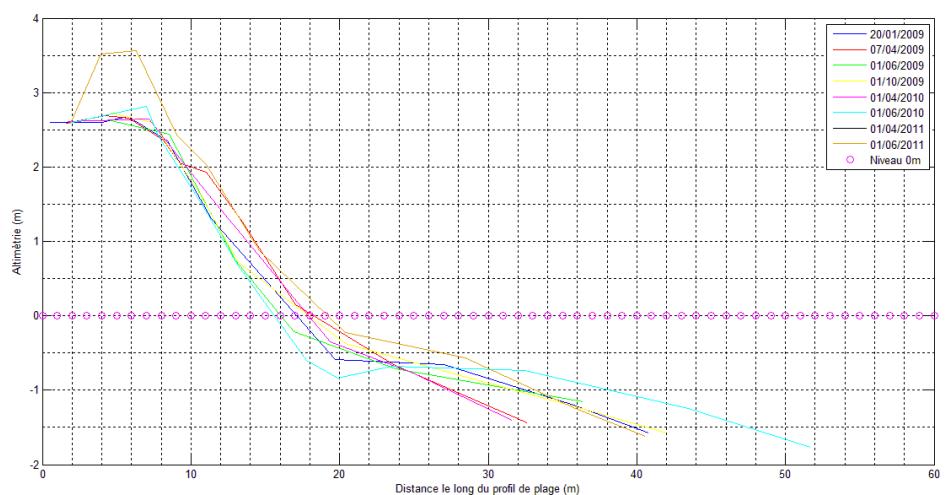


PROFIL P18

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P18

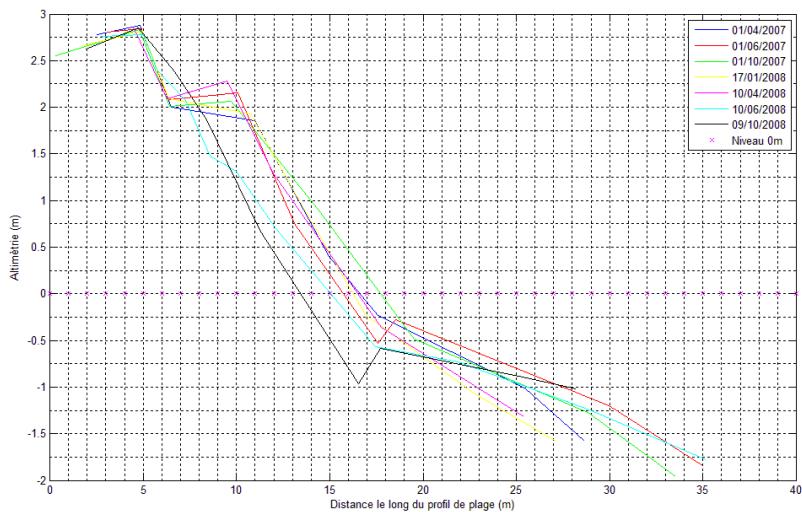


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P18

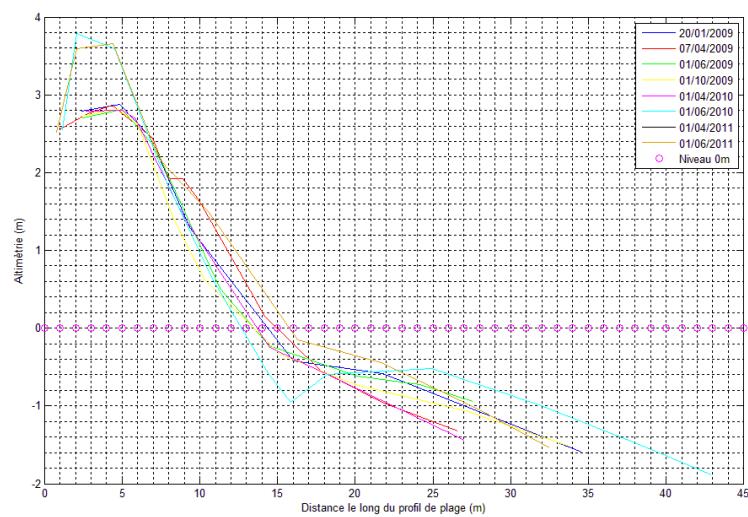


PROFIL P19

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P19

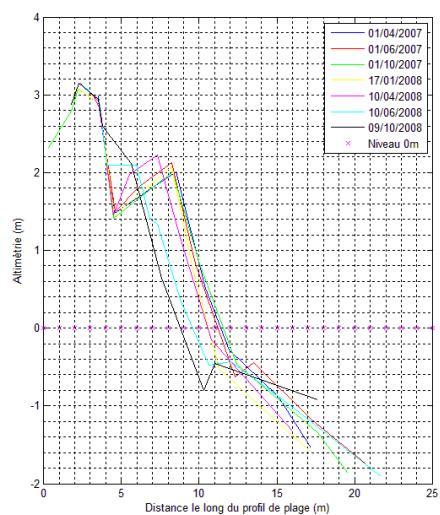


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P19

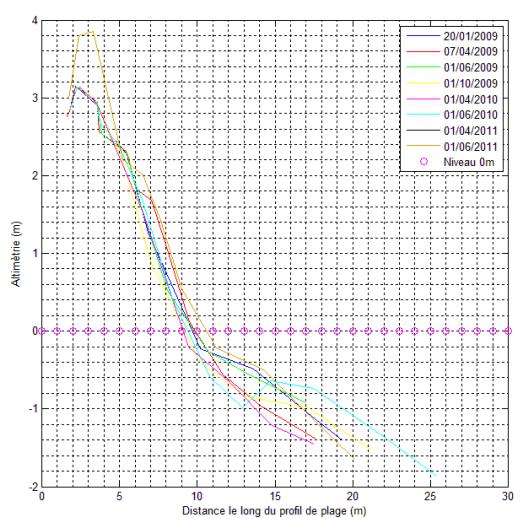


PROFIL P20

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P20

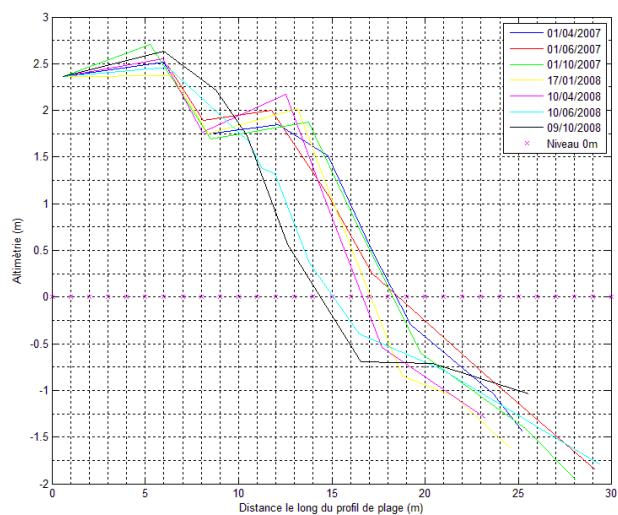


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P20

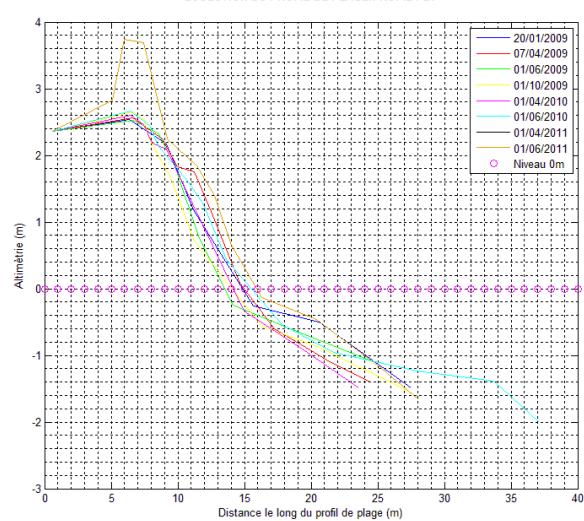


PROFIL P21

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P21

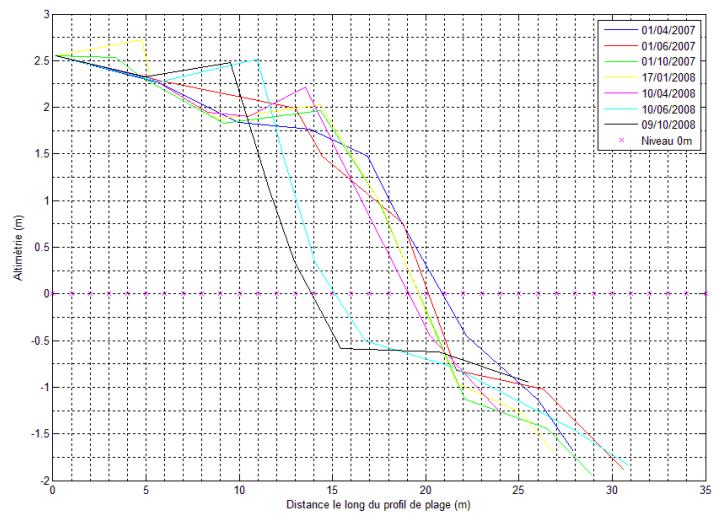


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P21

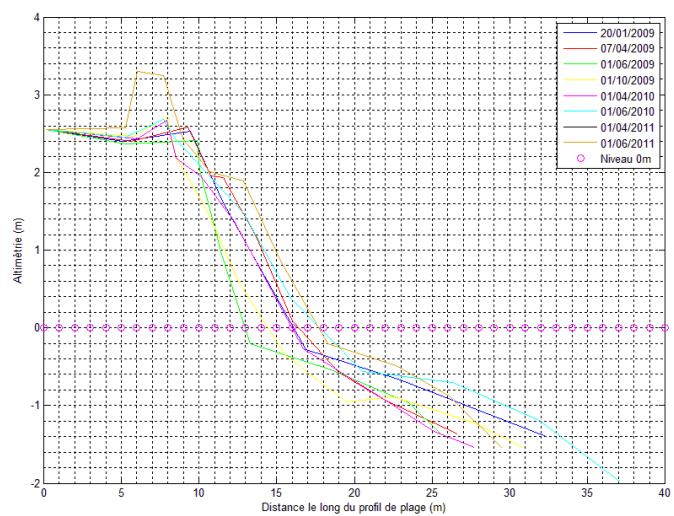


PROFIL P22

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P22

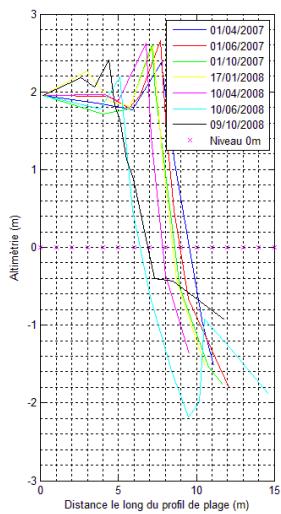


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P22

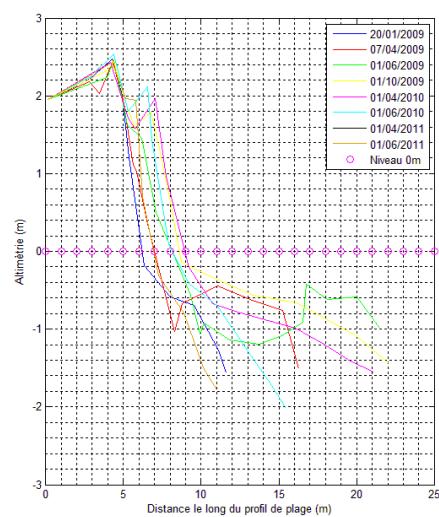


PROFIL P24

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P24

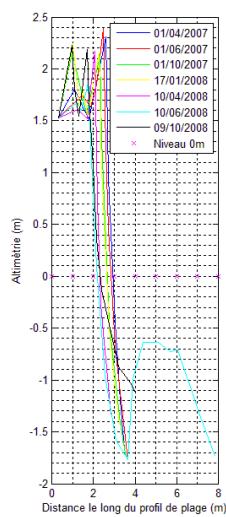


EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P24

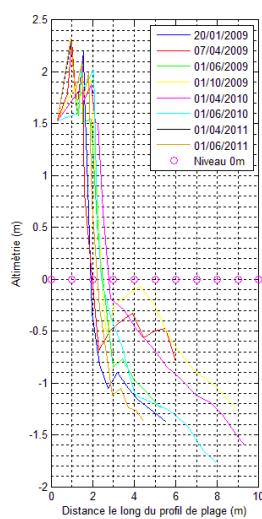


PROFIL P25

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P25



EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P25

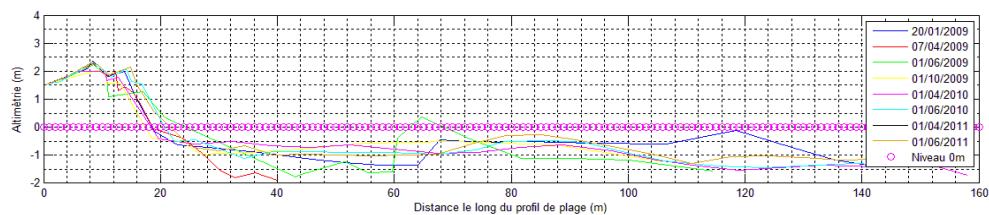


PROFIL P27

EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P27



EVOLUTION DU PROFIL DE PLAGE:PROFIL P27

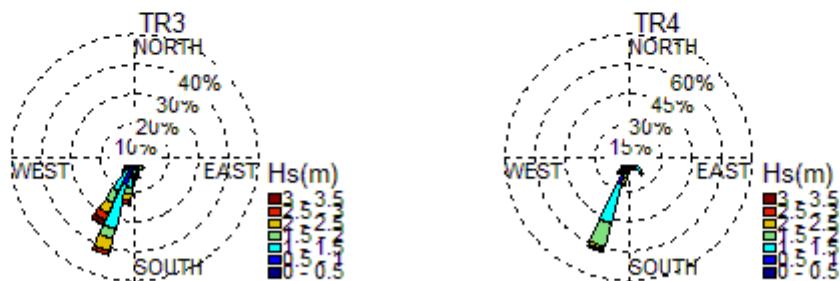
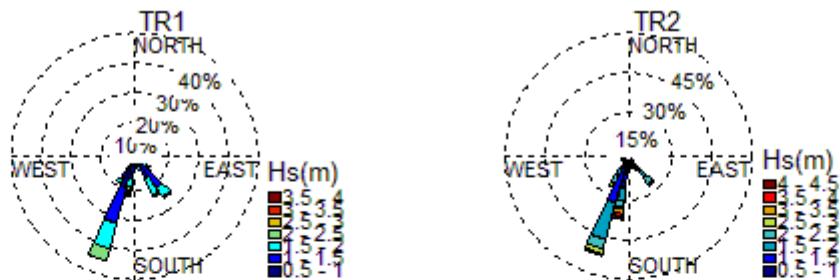


ANNEXE 2

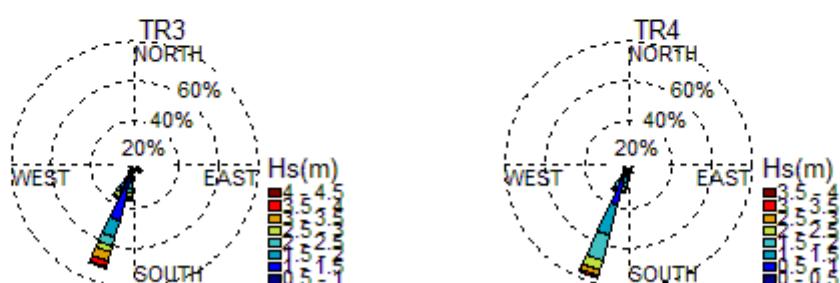
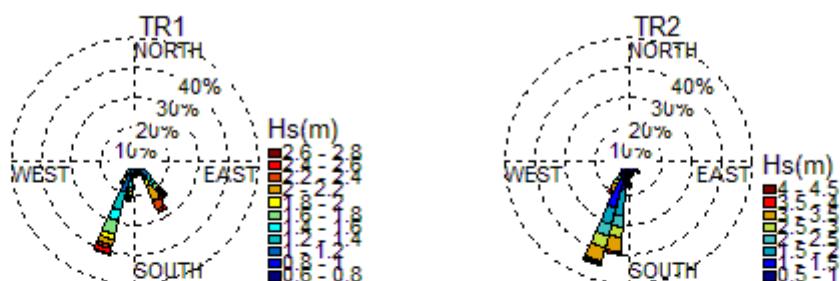
STATISTIQUE DE HOULE SUR LA PERIODE 2007-2011

Roses de houles par trimestre

2007



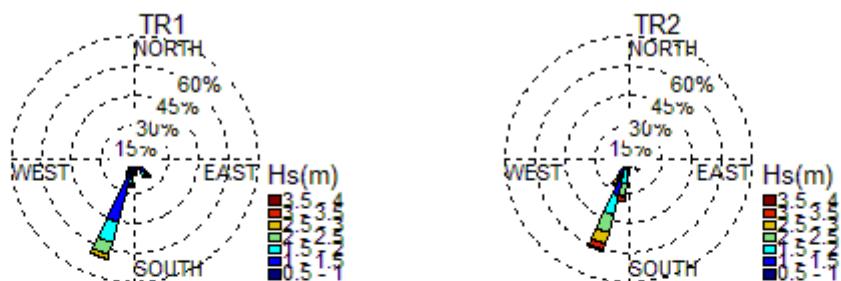
2008



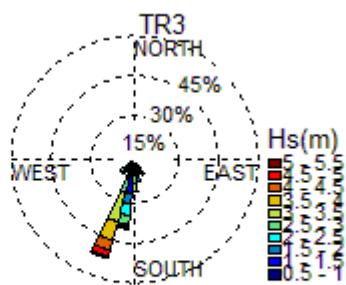
2009



2010



2011



Statistiques de houle entre les levés topographiques

Périodes entre les levés		Mean Hs (m)	Mean Dir (m)	Mean Tp (s)
2007	<i>2Trim07-3Trim07</i>	1.55	181	11.3
	<i>3Trim07-4Trim07</i>	1.6	195	11
	<i>Total</i>	1.575	188	11.15
2008	<i>4Ttrim07-1Ttrim08</i>	1.33	184	11.16
	<i>1Ttrim08-2Trim08</i>	1.64	184	11.2
	<i>2Ttrim08-3Trim08</i>	1.83	188	11.32
	<i>3Ttrim08-4Trim08</i>	1.87	197	12
	<i>Total</i>	1.6675	188.25	11.42
2009	<i>4Trim08-1Trim09</i>	1.4	193	11.24
	<i>1Ttrim09-2Trim09</i>	1.32	185	10.5
	<i>2Trim09-3Trim09</i>	1.81	184.5	11.25
	<i>3Ttrim09-4Trim09</i>	1.69	190	11.64
	<i>Total</i>	1.555	188.125	11.1575
2010	<i>4Trim09-2Trim10</i>	1.42	186	11.6
	<i>2Trim10-4Trim10</i>	1.85	196	12.36
	<i>Total</i>	1.635	191	11.98
2011	<i>4Trim10-2Trim11</i>	1.54	185	11.6

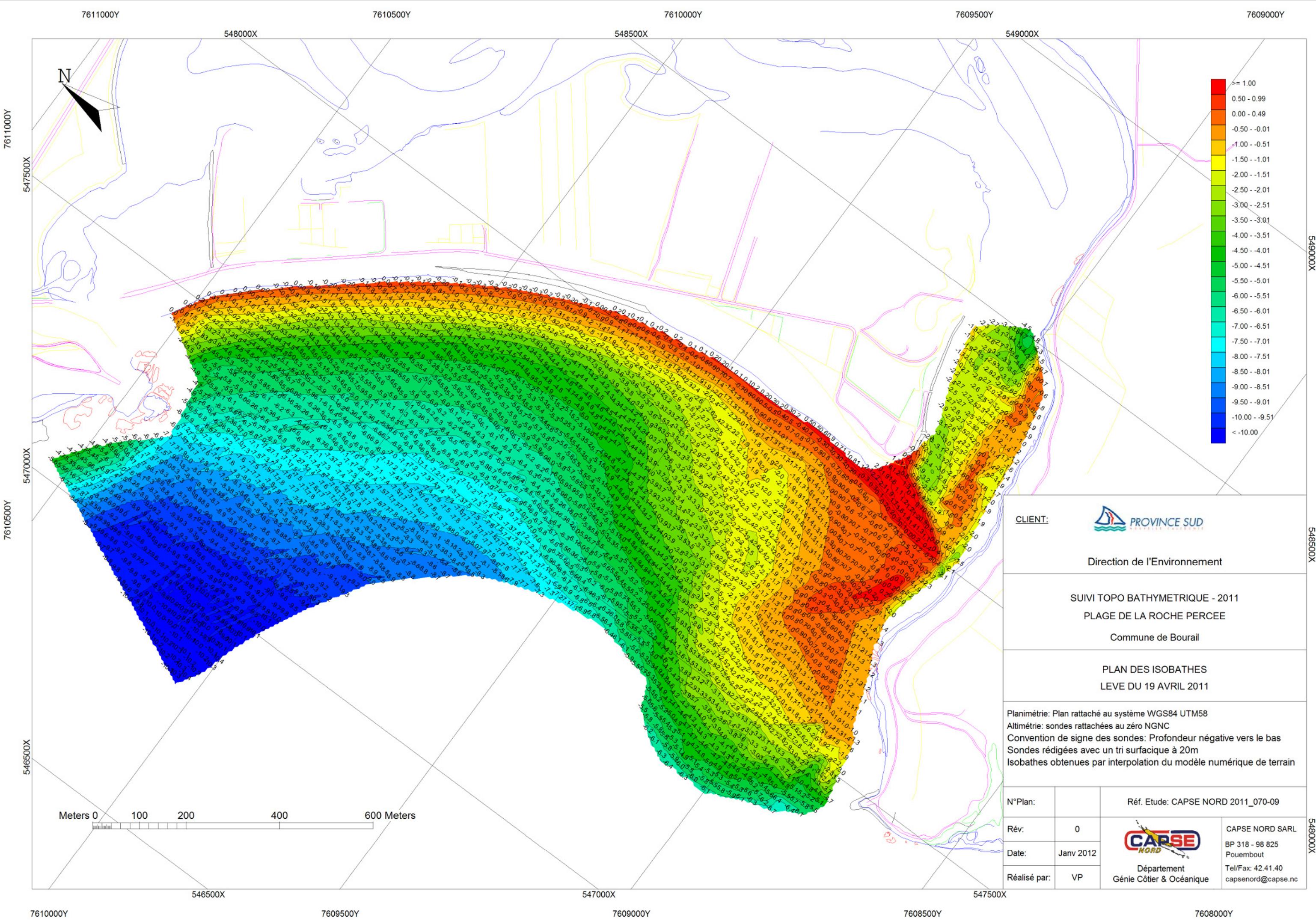
Occurrences de houle par trimestre entre les levés

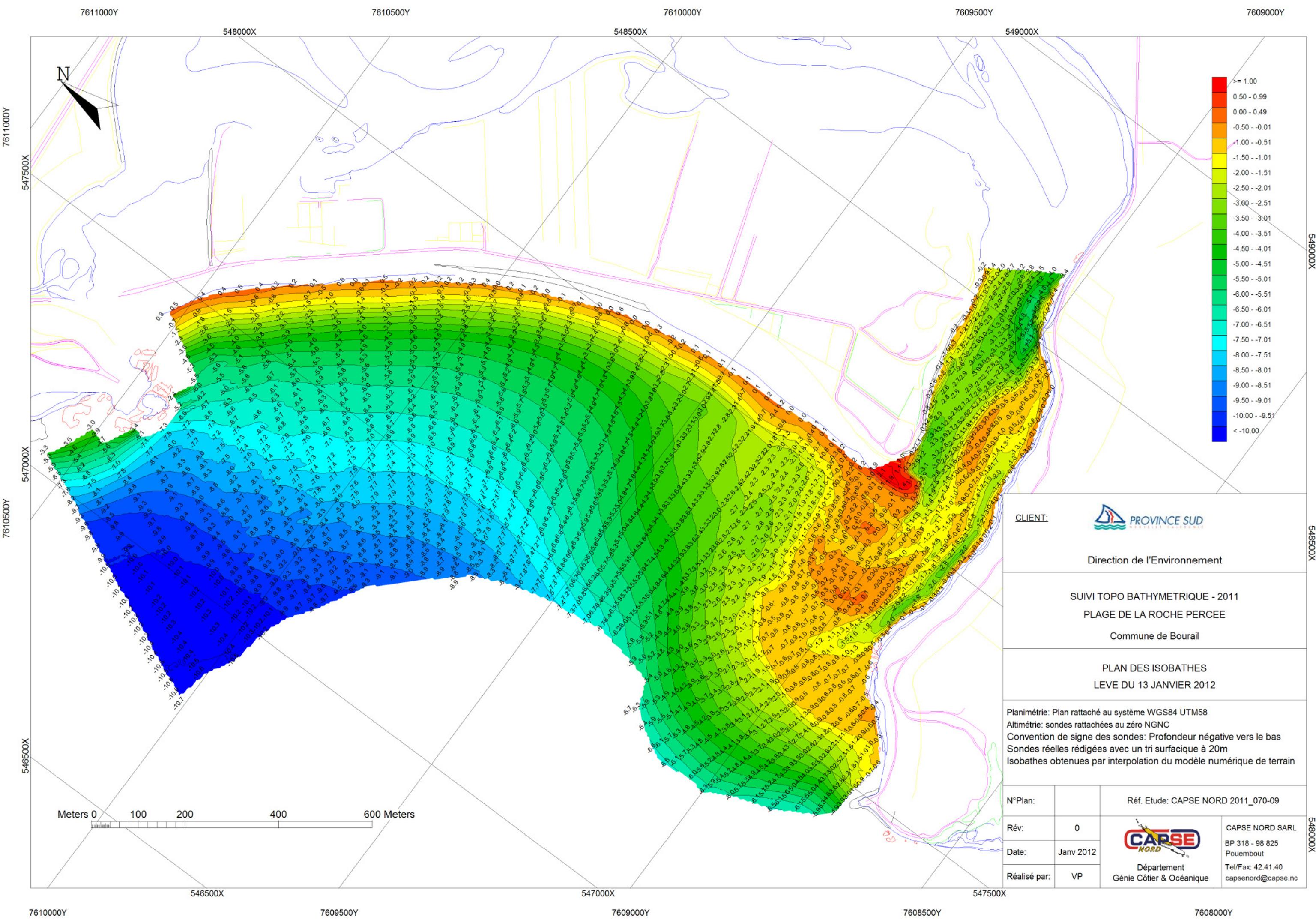
DATE	nbre Hs<=1.2 et dir ESE	nbre Hs<=1.2 et dir OSO	nbre Hs<=1.2 et dir S	nbre 1.2<Hs< 2.2 et dir ESE	nbre 1.2<Hs< =2.2 et dir OSO	nbre 1.2<Hs< =2.2 et dir S	nbre Hs>=2.2 et dir ESE	nbre Hs>=2.2 et dir OSO	nbre Hs>=2.2 et dir S	Total
2Trim07-3Trim07	43	32	108	132	291	185	42	81	61	975
	4.41%	3.28%	11.08%	13.54%	29.85%	18.97%	4.31%	8.31%	6.26%	100.00%
3Trim07-4Trim07	61	71	83	65	332	167	3	112	28	922
	6.62%	7.70%	9.00%	7.05%	36.01%	18.11%	0.33%	12.15%	3.04%	100.00%
4Trim07-1Trim08	94	123	69	163	240	170	16	23	14	912
	10.31%	13.49%	7.57%	17.87%	26.32%	18.64%	1.75%	2.52%	1.54%	100.00%
1Trim08-2Trim08	62	67	32	249	226	146	38	38	17	875
	7.09%	7.66%	3.66%	28.46%	25.83%	16.69%	4.34%	4.34%	1.94%	100.00%
2Trim08-3Trim08	65	10	79	106	254	211	12	201	125	1063
	6.11%	0.94%	7.43%	9.97%	23.89%	19.85%	1.13%	18.91%	11.76%	100.00%
3Trim08-4Trim08	68	71	56	86	263	135	5	189	79	952
	7.14%	7.46%	5.88%	9.03%	27.63%	14.18%	0.53%	19.85%	8.30%	100.00%
4Trim08-1Trim09	91	133	129	47	272	128	7	59	22	888
	10.25%	14.98%	14.53%	5.29%	30.63%	14.41%	0.79%	6.64%	2.48%	100.00%
1Trim09-2Trim09	93	109	89	182	176	146	23	16	19	853
	10.90%	12.78%	10.43%	21.34%	20.63%	17.12%	2.70%	1.88%	2.23%	100.00%
2Trim09-3Trim09	72	12	45	142	283	206	21	143	112	1036
	6.95%	1.16%	4.34%	13.71%	27.32%	19.88%	2.03%	13.80%	10.81%	100.00%
3Trim09-4Trim09	70	44	56	125	262	145	5	174	79	960
	7.29%	4.58%	5.83%	13.02%	27.29%	15.10%	0.52%	18.13%	8.23%	100.00%
4Trim09-2Trim10	191	122	190	300	525	294	44	87	56	1809
	10.56%	6.74%	10.50%	16.58%	29.02%	16.25%	2.43%	4.81%	3.10%	100.00%
2Trim10-4Trim10	55	132	92	133	644	298	35	361	197	1947
	2.82%	6.78%	4.73%	6.83%	33.08%	15.31%	1.80%	18.54%	10.12%	100.00%
4Trim10-2Trim11	101	203	157	315	459	280	98	107	78	1798
	5.62%	11.29%	8.73%	17.52%	25.53%	15.57%	5.45%	5.95%	4.34%	100.00%

Occurrences de houle sur l'ensemble de la période d'étude 2007-2011

Date	Nombre d'occurrences entre 2007 et 2011	Pourcentage d'occurrence
nbre Hs<=1.2 et dir ESE	1189	7%
nbre Hs<=1.2 et dir OSO	1208	7%
nbre Hs<=1.2 et dir S	1317	8%
nbre 1.2<Hs<=2.2 et dir ESE	2388	14%
nbre 1.2<Hs<=2.2 et dir OSO	4748	28%
nbre 1.2<Hs<=2.2 et dir S	2864	17%
nbre Hs>=2.2 et dir ESE	360	2%
nbre Hs>=2.2 et dir OSO	1832	11%
nbre Hs>=2.2 et dir S	1031	6%

ANNEXE 3
PLANS DES ISOBATHES
LEVES BATHYMETRIQUES N°9 ET N°10





ANNEXE 4

SUPERPOSITION DES PROFILS DE PLAGE LEVES TOPOGRAPHIQUES N°9 ET N°10

X: 547444.98

P10

Length: 65.61

Azimuth: 205.70

X: 547416.53

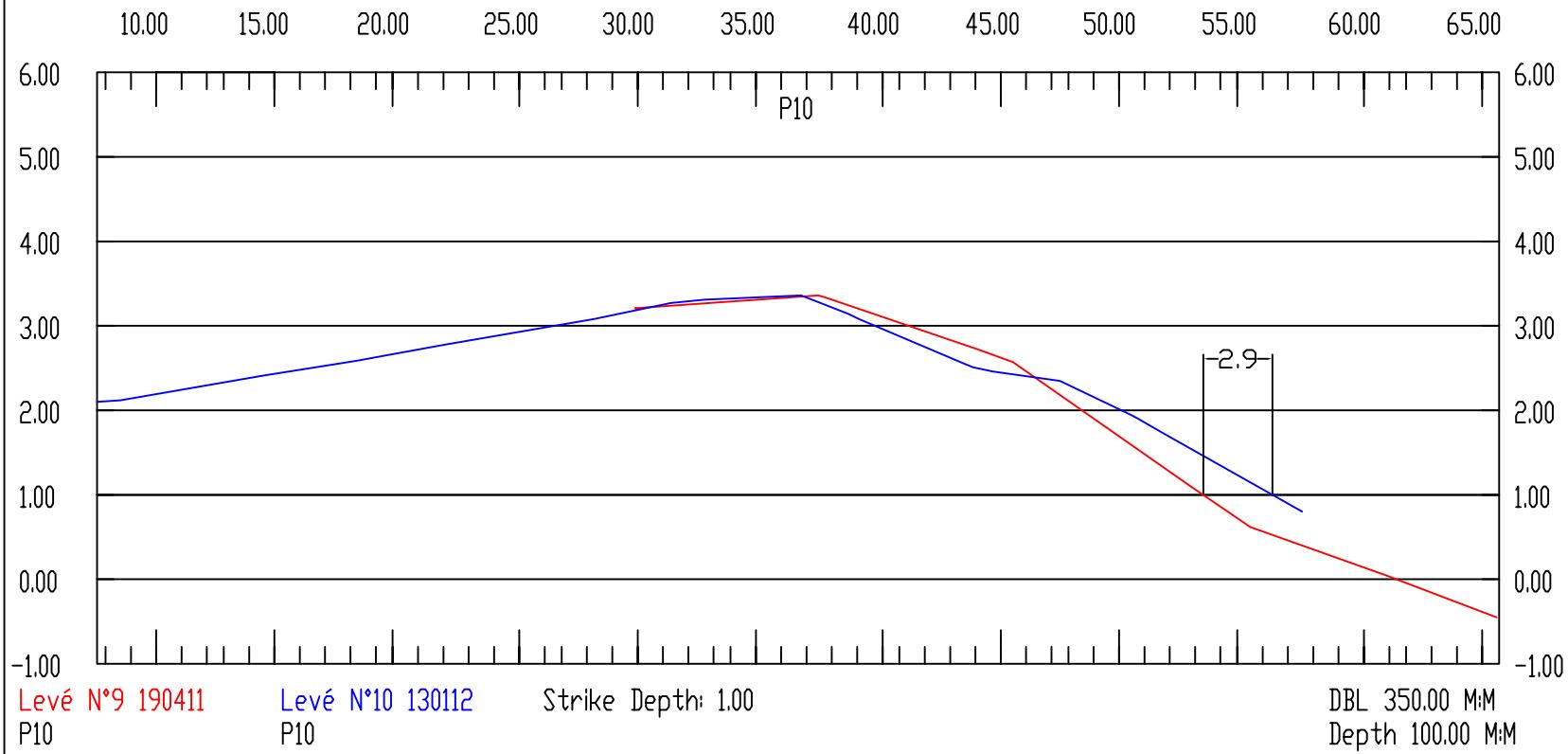
Y: 7610589.75

Y: 7610530.63

DBL

1

2



X: 547535.55

P11

Length: 57.84

Azimuth: 206.50

X: 547509.74

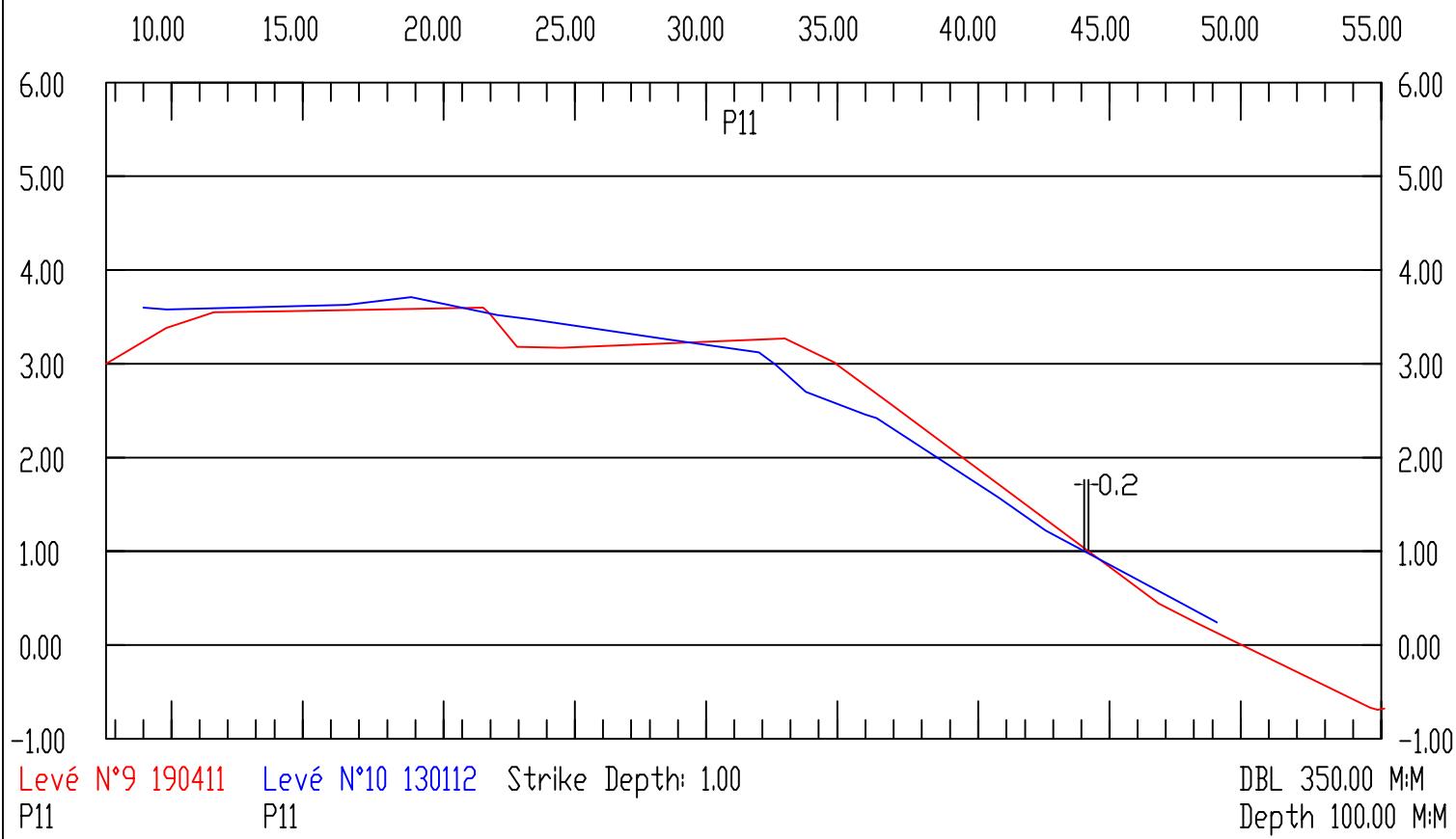
Y: 7610527.76

Y: 7610476.00

DBL

1

2



X: 547609.64

P12

Length: 59.72

Azimuth: 222.62

X: 547569.20

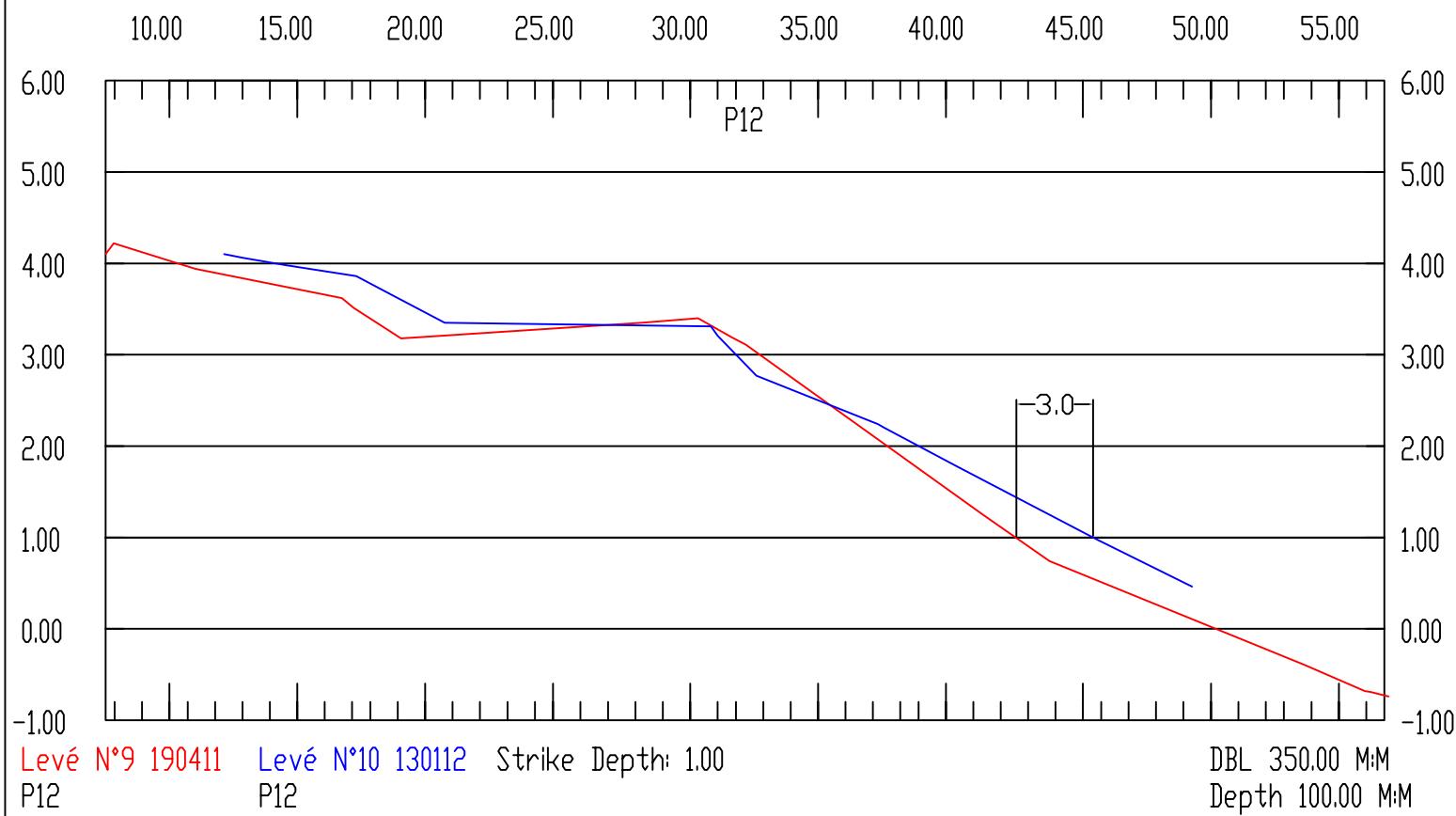
Y: 7610460.84

Y: 7610416.90

DBL

1

2



X: 547674.02

P13

Length: 59.19

Azimuth: 223.91

X: 547632.97

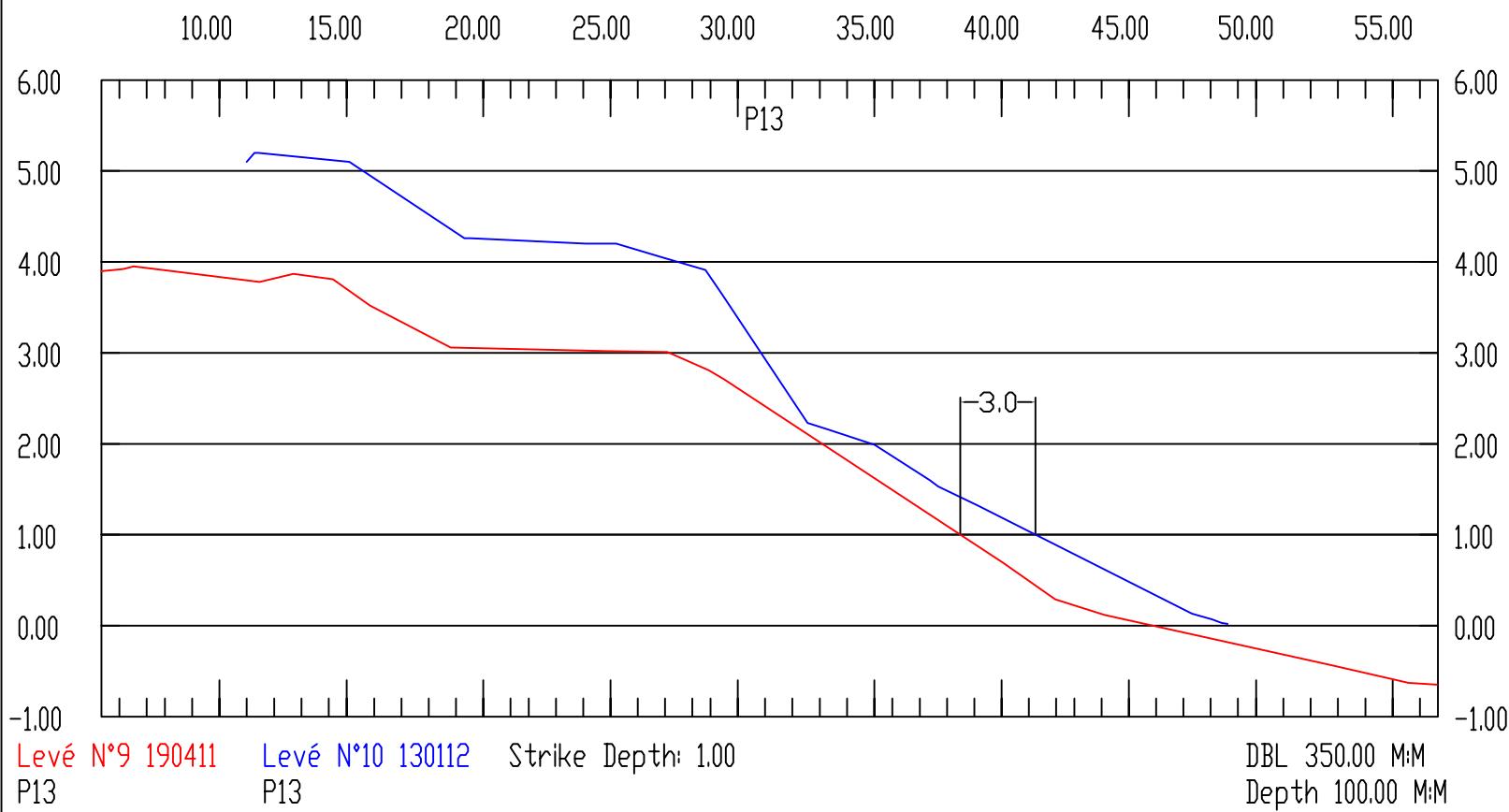
Y: 7610387.75

Y: 7610345.11

DBL

1

2



X: 547745.66

P14

Length: 57.43

Azimuth: 221.79

X: 547707.39

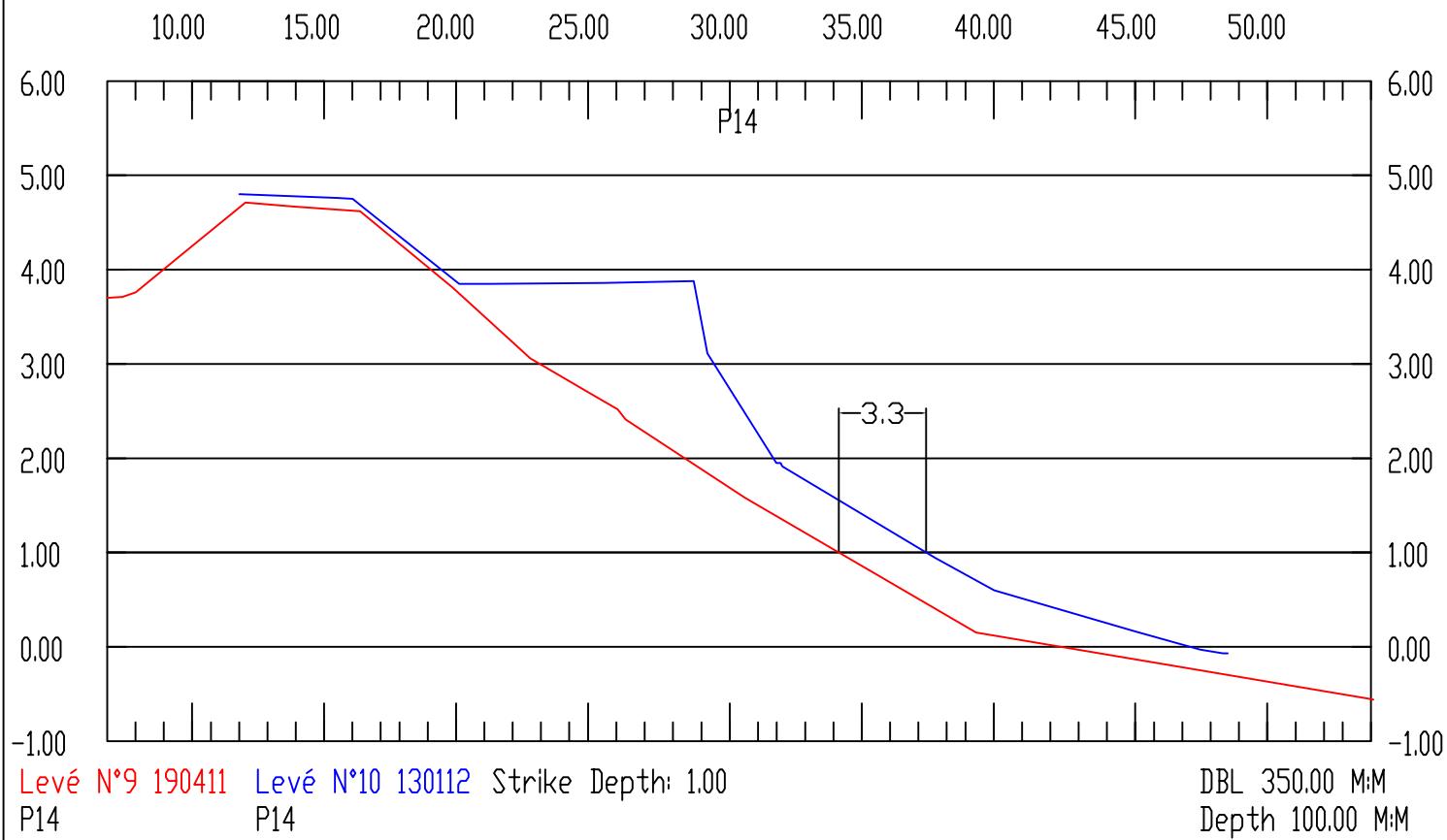
Y: 7610298.72

Y: 7610255.90

DBL

1

2



X: 547808.03

P15

Length: 61.69

Azimuth: 230.45

X: 547760.46

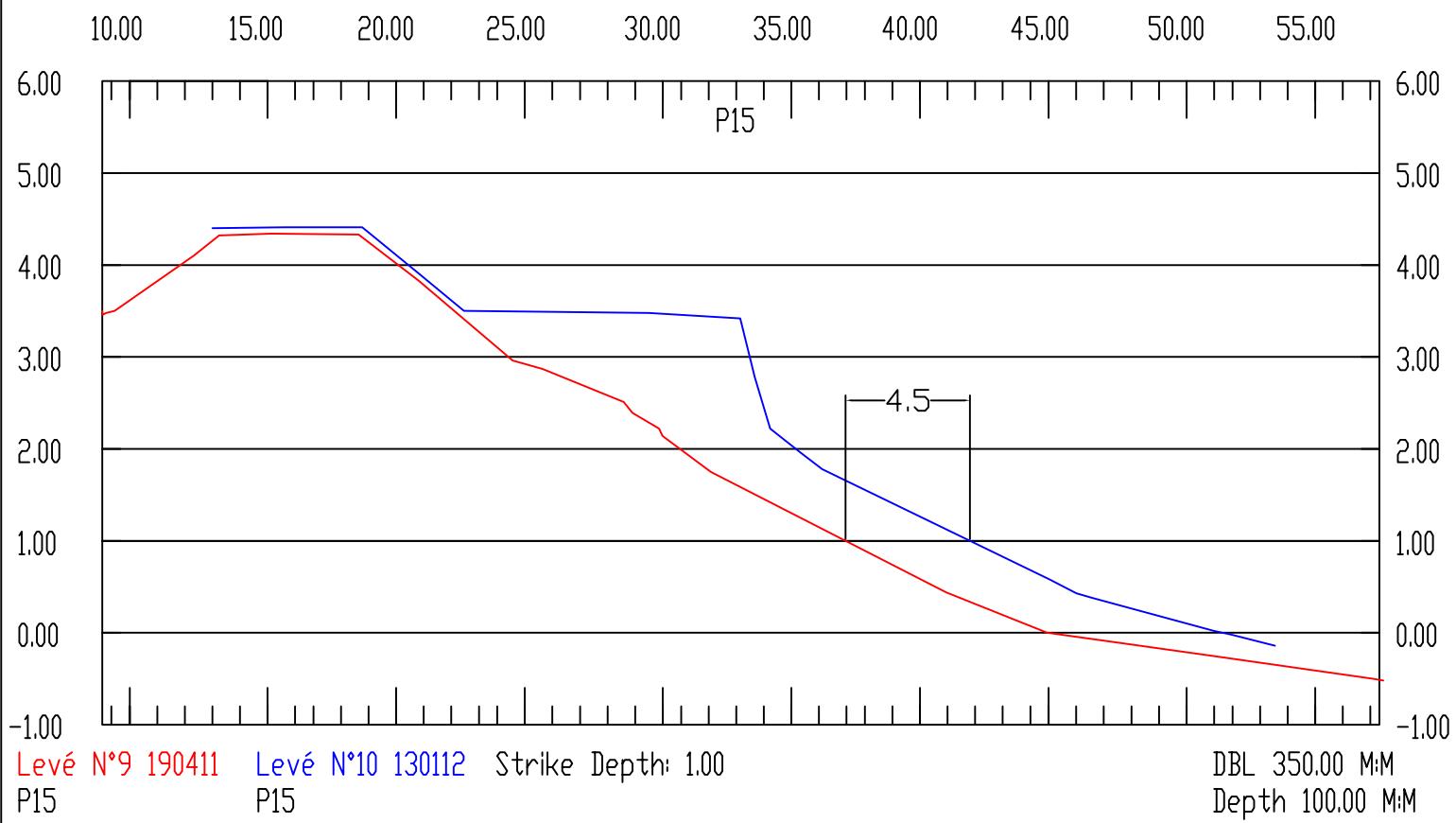
Y: 7610225.54

Y: 7610186.26

DBL

1

2



X: 547890.78

P16

Length: 63.15

Azimuth: 233.47

X: 547840.04

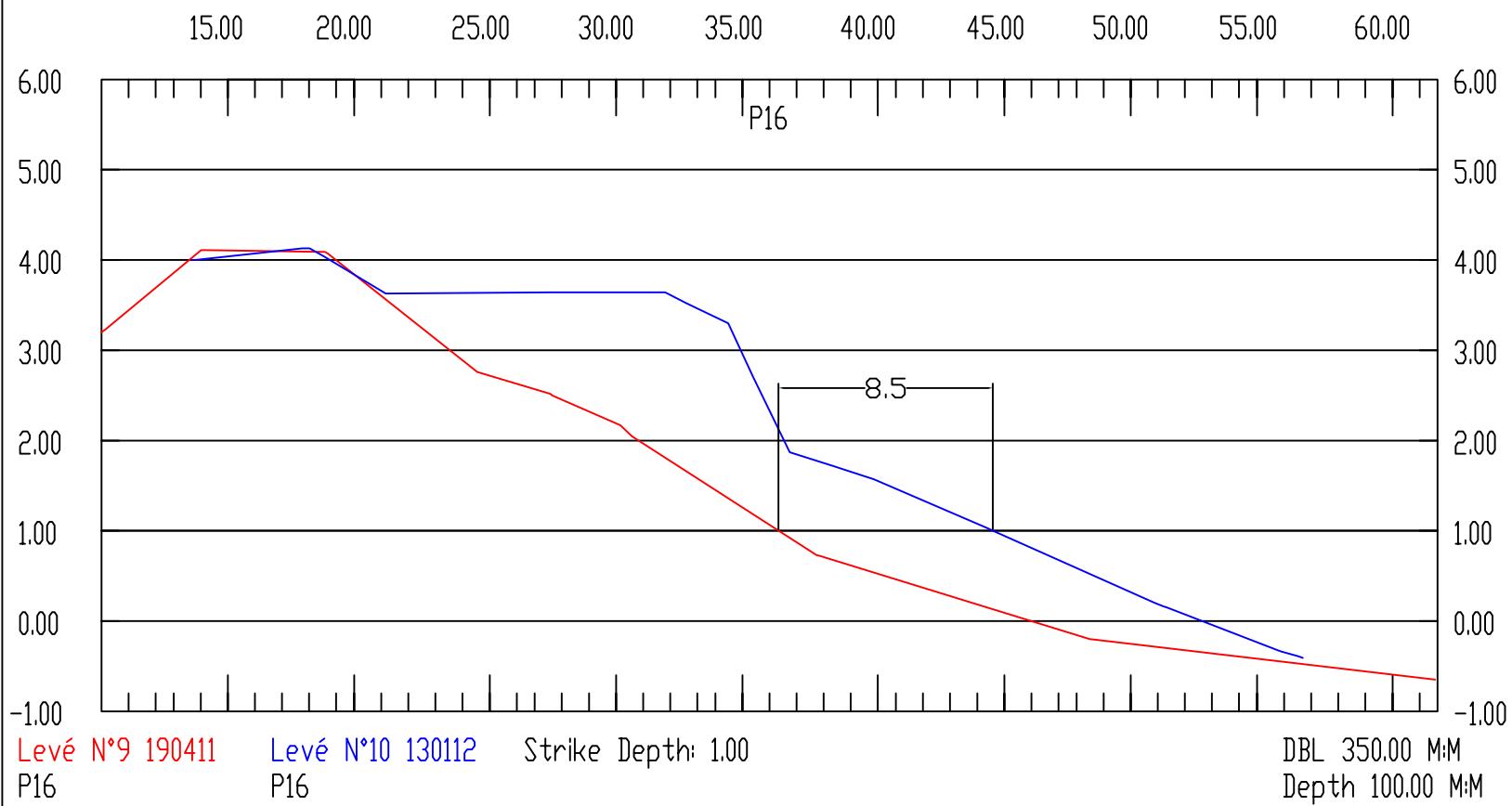
Y: 7610116.44

Y: 7610078.85

DBL

1

2



X: 547948.59

P17

Length: 68.07

Azimuth: 237.74

X: 547891.03

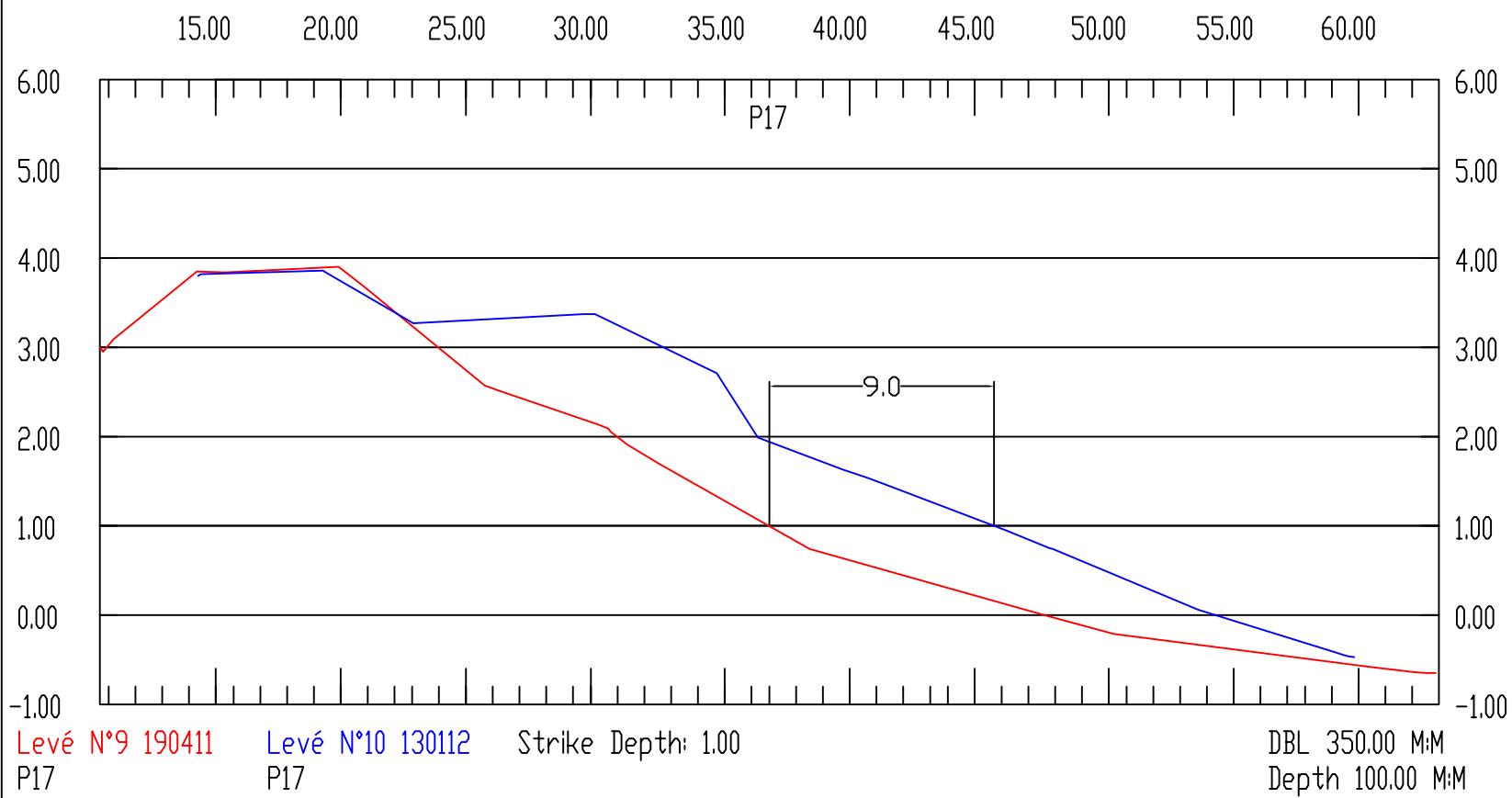
Y: 7610028.35

Y: 7609992.02

DBL

1

2



X: 548001.47

P18

Length: 68.90

Azimuth: 243.65

X: 547939.73

Y: 7609924.79

Y: 7609894.21

DBL

1

2

10.00 15.00 20.00 25.00 30.00 35.00 40.00 45.00 50.00 55.00 60.00

6.00

6.00

5.00

5.00

4.00

4.00

3.00

3.00

2.00

2.00

1.00

1.00

0.00

0.00

-1.00

-1.00

P18

8.8

Levé N°9 190411

P18

Levé N°10 130112

P18

Strike Depth: 1.00

DBL 350.00 M:M

Depth 100.00 M:M

X: 548064.34

P19

Length: 90.43

Azimuth: 242.70

X: 547983.98

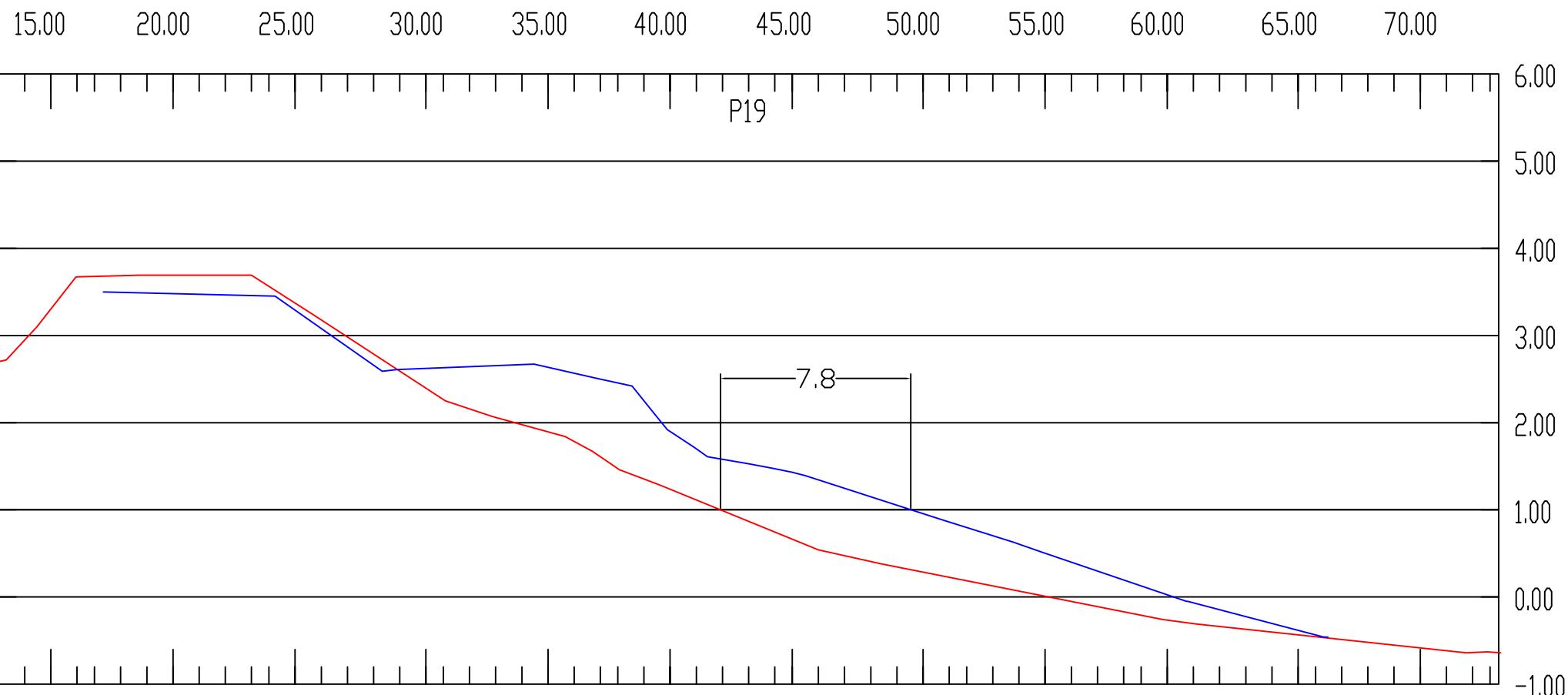
Y: 7609778.63

Y: 7609737.15

DBL

1

2



Levé N°9 190411

P19

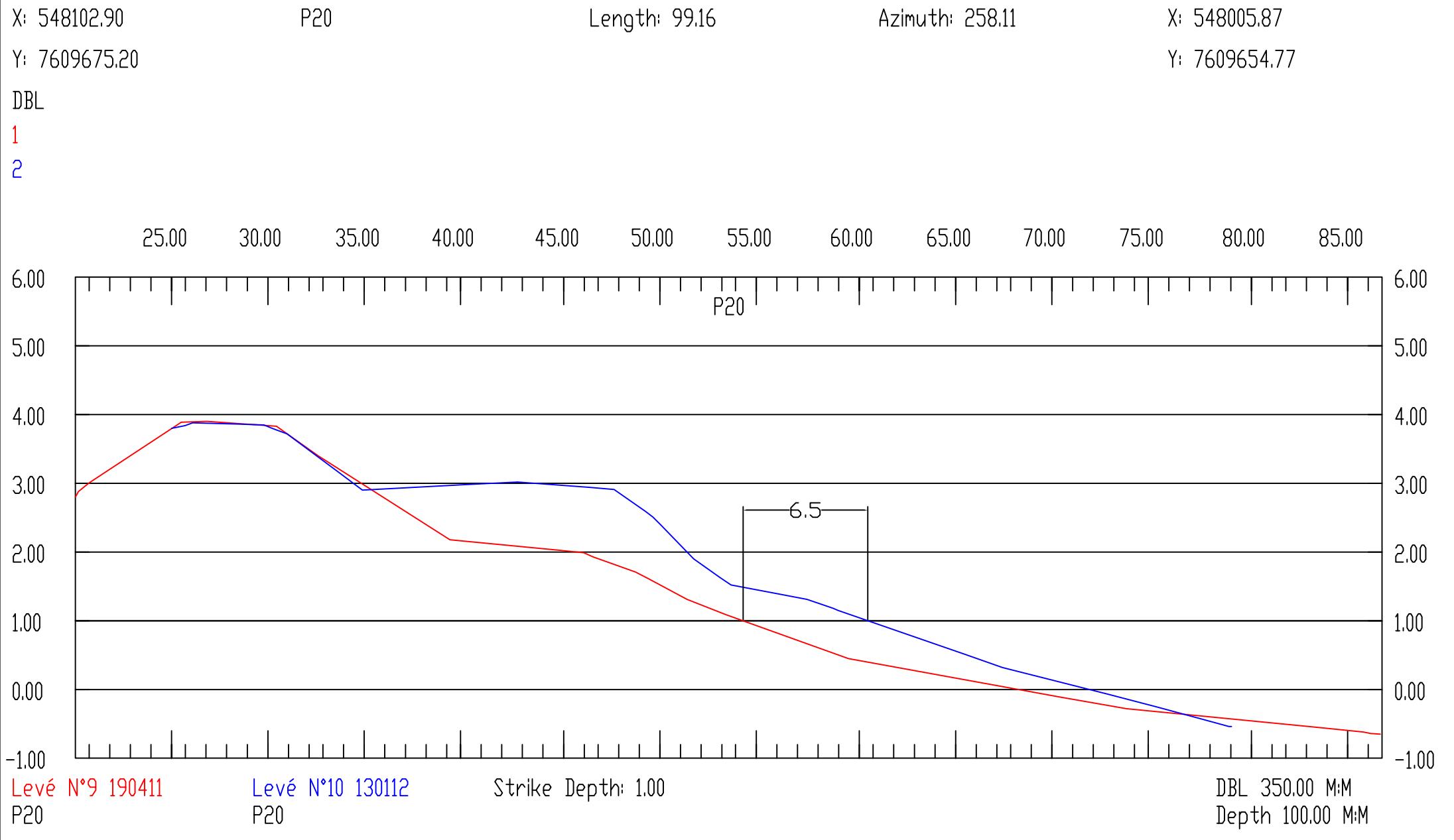
Levé N°10 130112

P19

Strike Depth: 1.00

DBL 350.00 M:M

Depth 100.00 M:M



X: 548116.15
Y: 7609596.4

P21

Length: 98.16

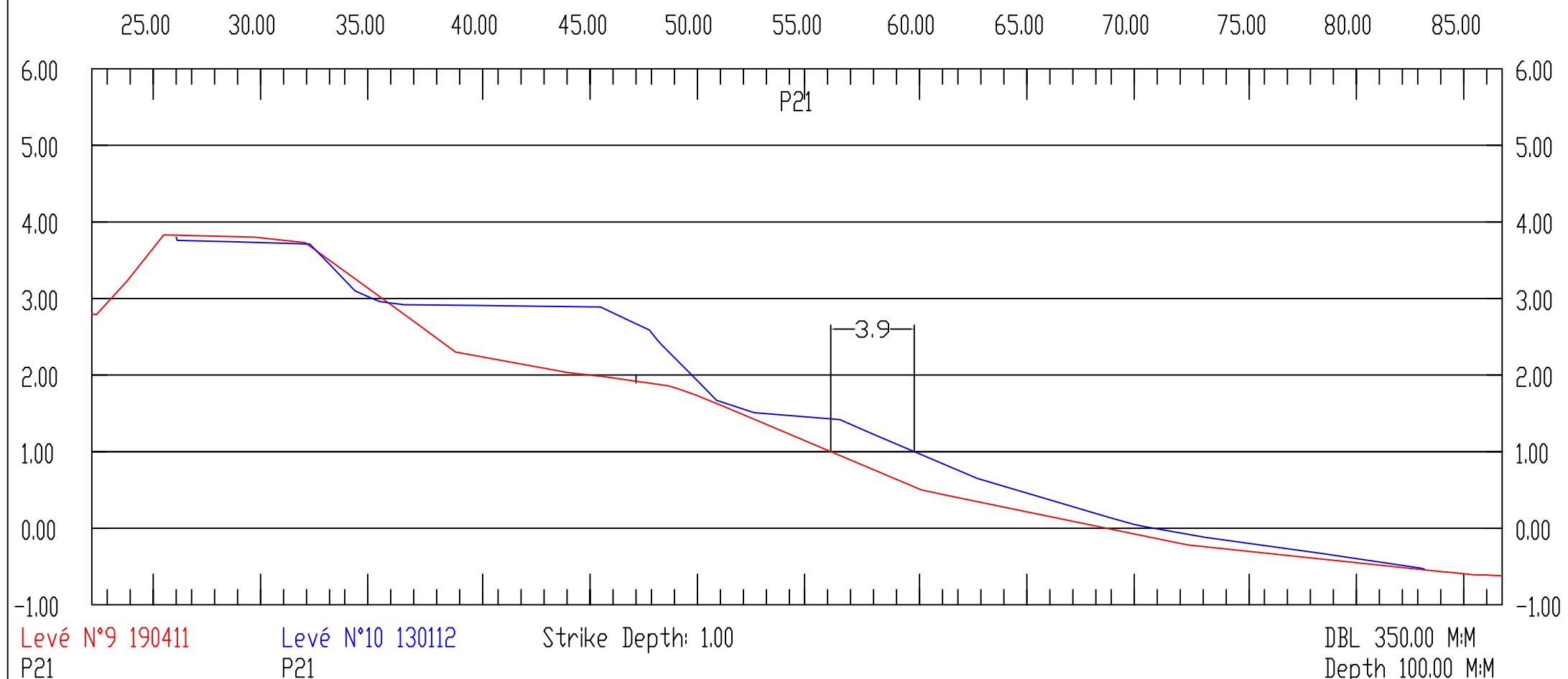
Azimuth: 254.14

X: 548021.73
Y: 7609569.66

DB|

1

2



X: 548127.07

P22

Length: 94.06

Azimuth: 263.20

X: 548033,67

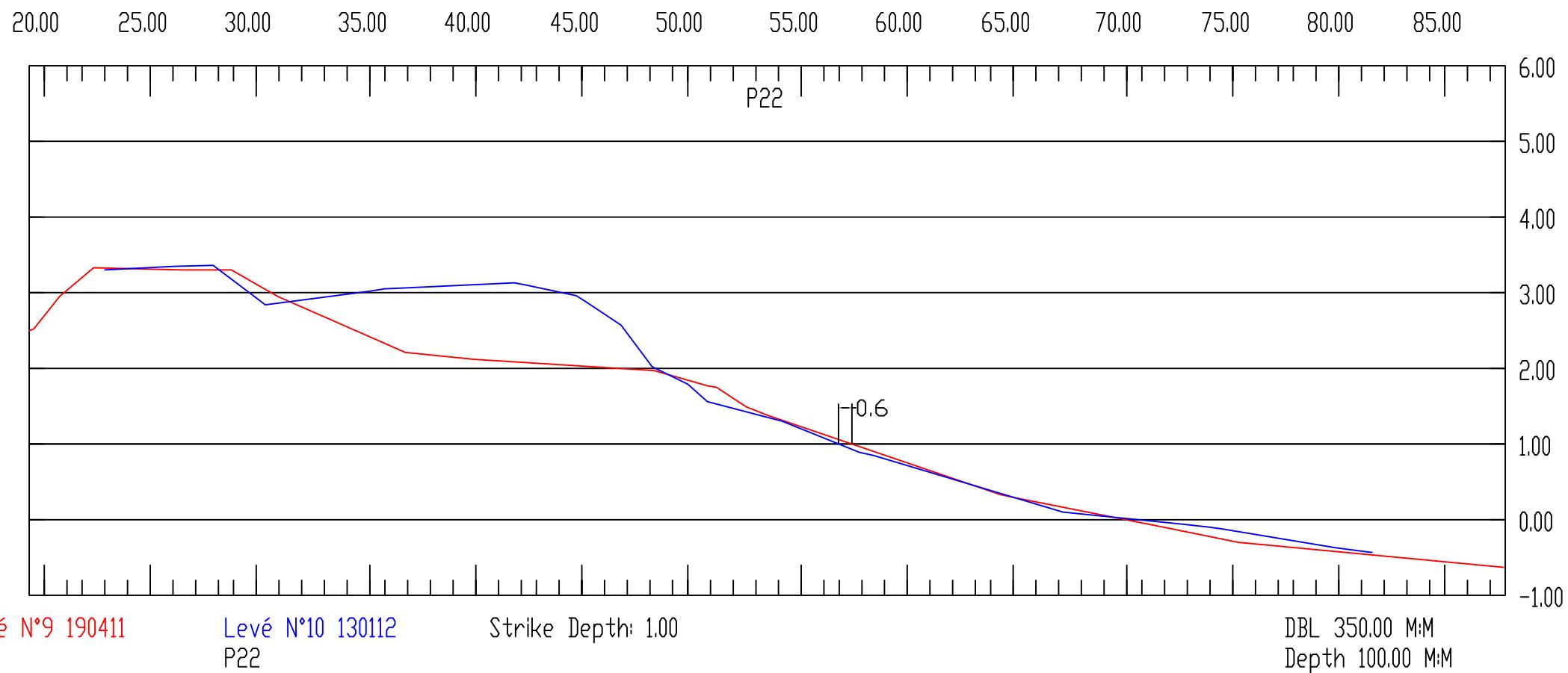
Y: 7609457.00

Y: 7609445.87

DBL

1

2



X: 548117.94

P23

Length: 93.50

Azimuth: 269.99

X: 548024.44

Y: 7609359.89

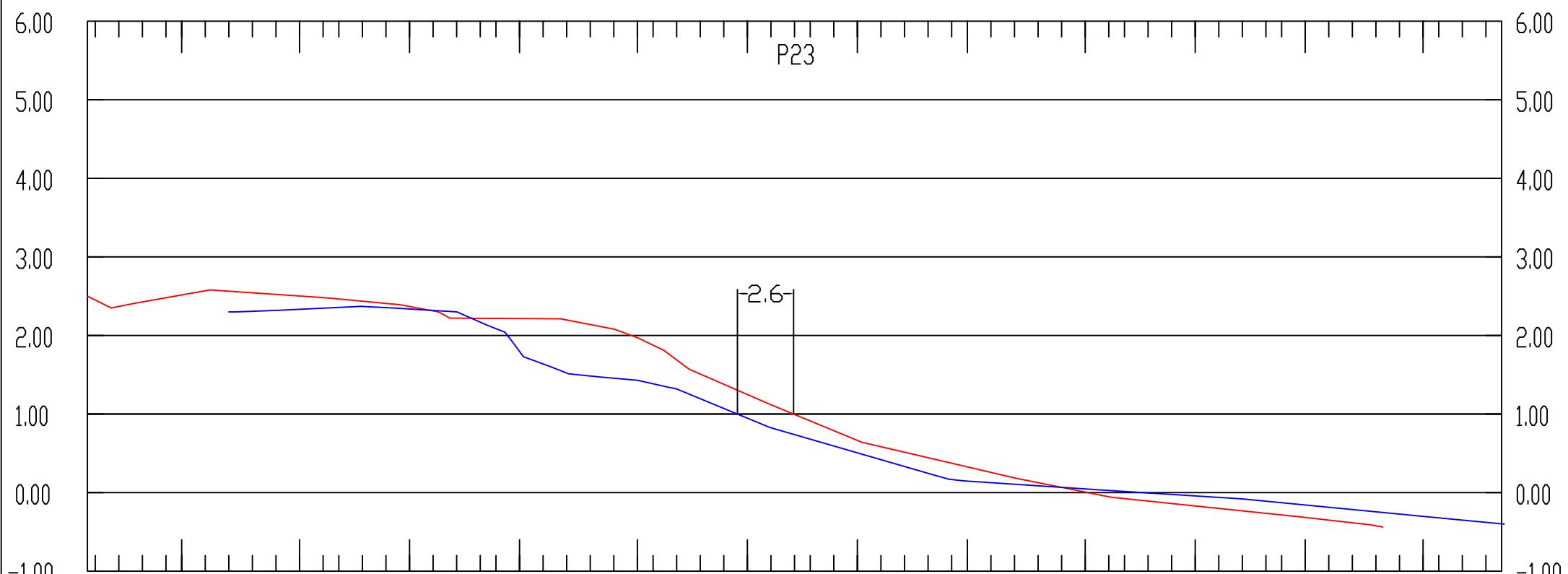
Y: 7609359.88

DBL

1

2

20.00 25.00 30.00 35.00 40.00 45.00 50.00 55.00 60.00 65.00 70.00 75.00



Levé N°9 190411

P23

Levé N°10 130112

P23

Strike Depth: 1.00

DBL 350.00 M:M

Depth 100.00 M:M

X: 548112.73

P24

Length: 98.91

Azimuth: 267.39

X: 548013.92

Y: 7609273.17

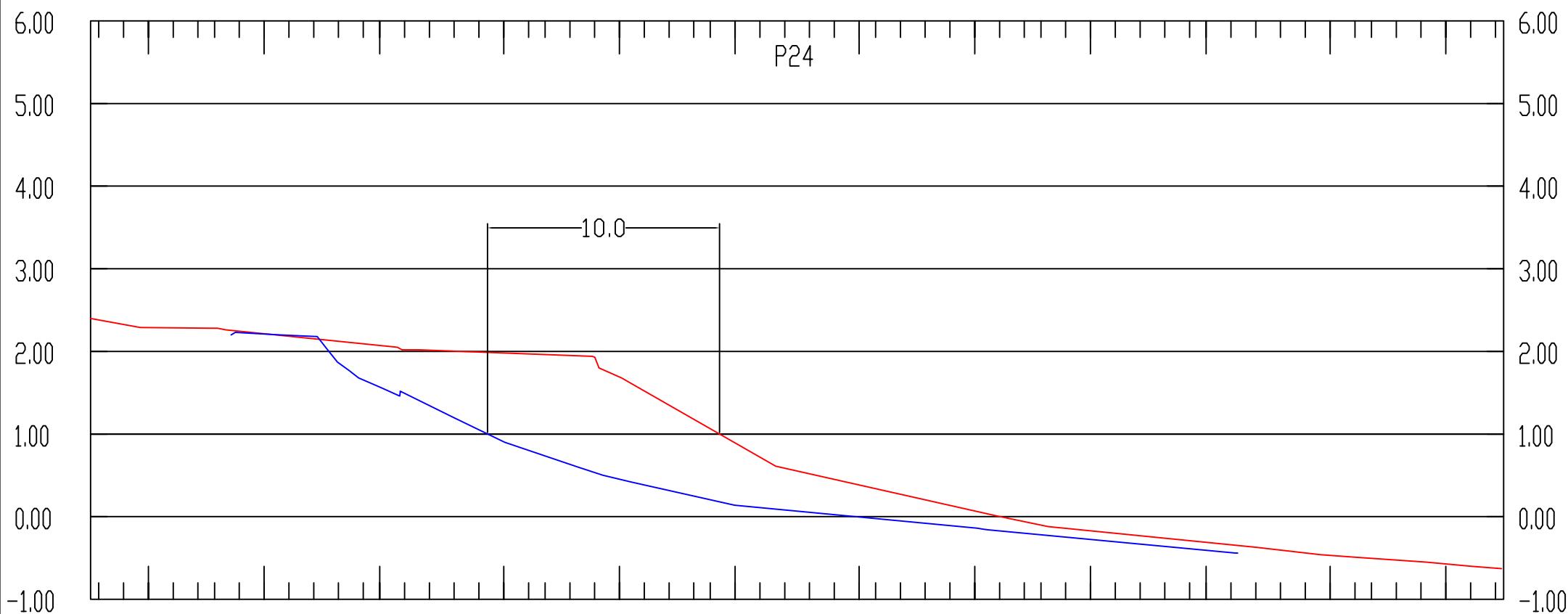
Y: 7609268.66

DBL

1

2

15.00 20.00 25.00 30.00 35.00 40.00 45.00 50.00 55.00 60.00 65.00 70.00



P24