



un syndicat
au service
des territoires

1^{er} Comité de Pilotage

11 octobre 2016

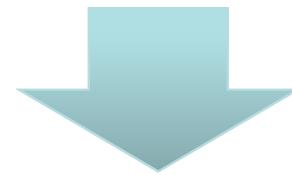
**Etat initial et évaluation des incidences potentielles
environnementales et socio-économiques
d'un développement hydraulien dans le Golfe du Morbihan**

Domaines Océaniques UMR CNRS 65 38 – GMGL

Université Bretagne Sud

**Campus de Tohannic, Centre de Recherche Yves Coppens BP 573
56017 Vannes cedex, France**
tél : 02.97.01.71.77
fax : 02.97.01.71.70

Étude de définition du potentiel énergétique d'origine hydraulienne sur deux sites du Golfe du Morbihan



**Etat initial et évaluation des incidences potentielles
environnementales et socio-économiques
d'un développement hydraulien dans le Golfe du Morbihan**

Présentation du Domaines Océaniques CNRS 6538- GMGL

Domaines Océaniques UMR CNRS 65 38 – GMGL

Université Bretagne Sud

**Campus de Tohannic, Centre de Recherche Yves Coppens BP 573
56017 Vannes cedex, France**
tél : 02.97.01.71.77
fax : 02.97.01.71.70

Le Pôle vannetais du Domaines Océaniques UMR CNRS 6538 (GMGL) de l'Université de Bretagne Sud mène et développe depuis 10 ans des programmes de recherche axés sur l'évolution des environnements côtiers et marins notamment sur le territoire morbihannais et breton.

Mission I : Observatoire des Sciences de l'Univers

Axe 1 : dynamique de l'interface Terre/Mer : Morphodynamique, érosion et risques, hydrodynamisme, submersion marine, Eco-gestion des espaces côtiers

Axe 2 : caractérisation physico-chimique des sédiments marins superficiels : métaux lourds, carbone organique, terres rares, lithologie

Axe 3 : bio-indicateurs des sédiments marins : foraminifères

Mission II : Reconstitutions Paléoenvironnementales

Axe 4 : géométrie et architecture des dépôts de plate-forme : architecture sédimentaire 2D/3D, cartographie, ressources minérales

Axe 5 : paléoclimatologie Dernier Maximum Glaciaire : quaternaire, remontée du niveau marin, pollen, foraminifères

Mission III : Expertise - Aide à la décision – Communication

Compétences Scientifiques

- Sédimentologie marine et littorale
- Morphodynamique
- Géomorphologie dynamique
- Micro-organismes et biodiversité
- Géochimie
- Hydrodynamisme
- GIZC (Gestion Intégrée des Zones Côtières)



Mesures *in-situ*

- Topographie : station totale, DGPS
- Dynamique sédimentaire : piégeage, traceurs fluorescents
- Hydrodynamique : courantomètre-houlographe
- Cartographie des fonds marins : sonar à balayage latéral
- Sismique réflexion
- Carottage, échantillonnage



Traitements et analyse au laboratoire

- Granulométrie & MES
- Modélisation



un syndicat
au service
des territoires

1^{er} Comité de Pilotage

11 octobre 2016

Principaux résultats de l'étude de caractérisation du potentiel hydraulien sur deux sites d'étude du golfe du Morbihan

Domaines Océaniques UMR CNRS 65 38 – GMGL

Université Bretagne Sud

**Campus de Tohannic, Centre de Recherche Yves Coppens BP 573
56017 Vannes cedex, France**
tél : 02.97.01.71.77
fax : 02.97.01.71.70

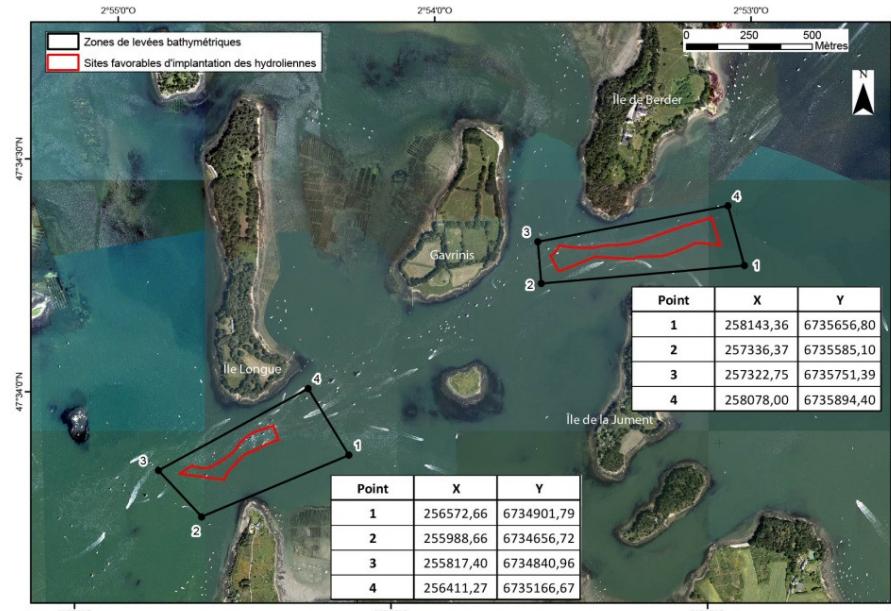
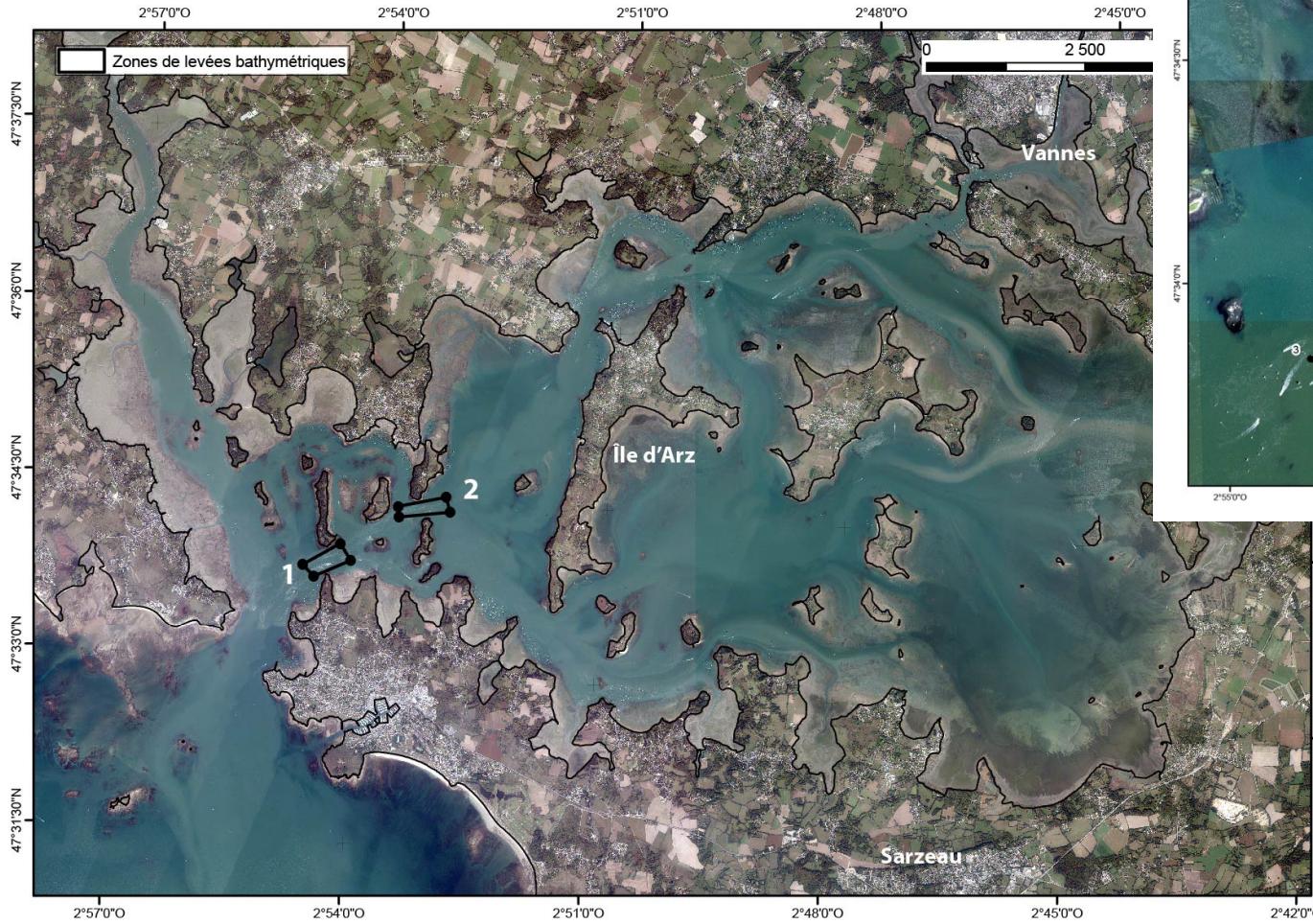


GÉOSCIENCES MARINES
GÉOMORPHOLOGIE DU LITTORAI
UNIVERSITÉ DE BRETAGNE-SUD



un syndicat
au service
des territoires

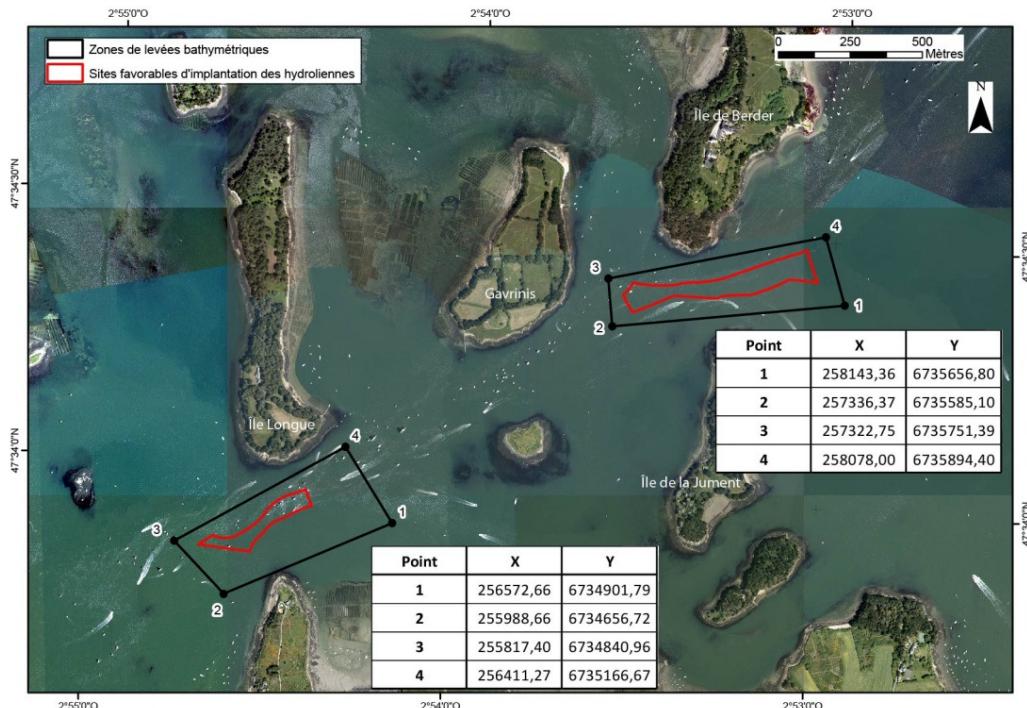
Étude de définition du potentiel énergétique d'origine hydrolienne sur deux sites du Golfe du Morbihan



Etude en deux étapes

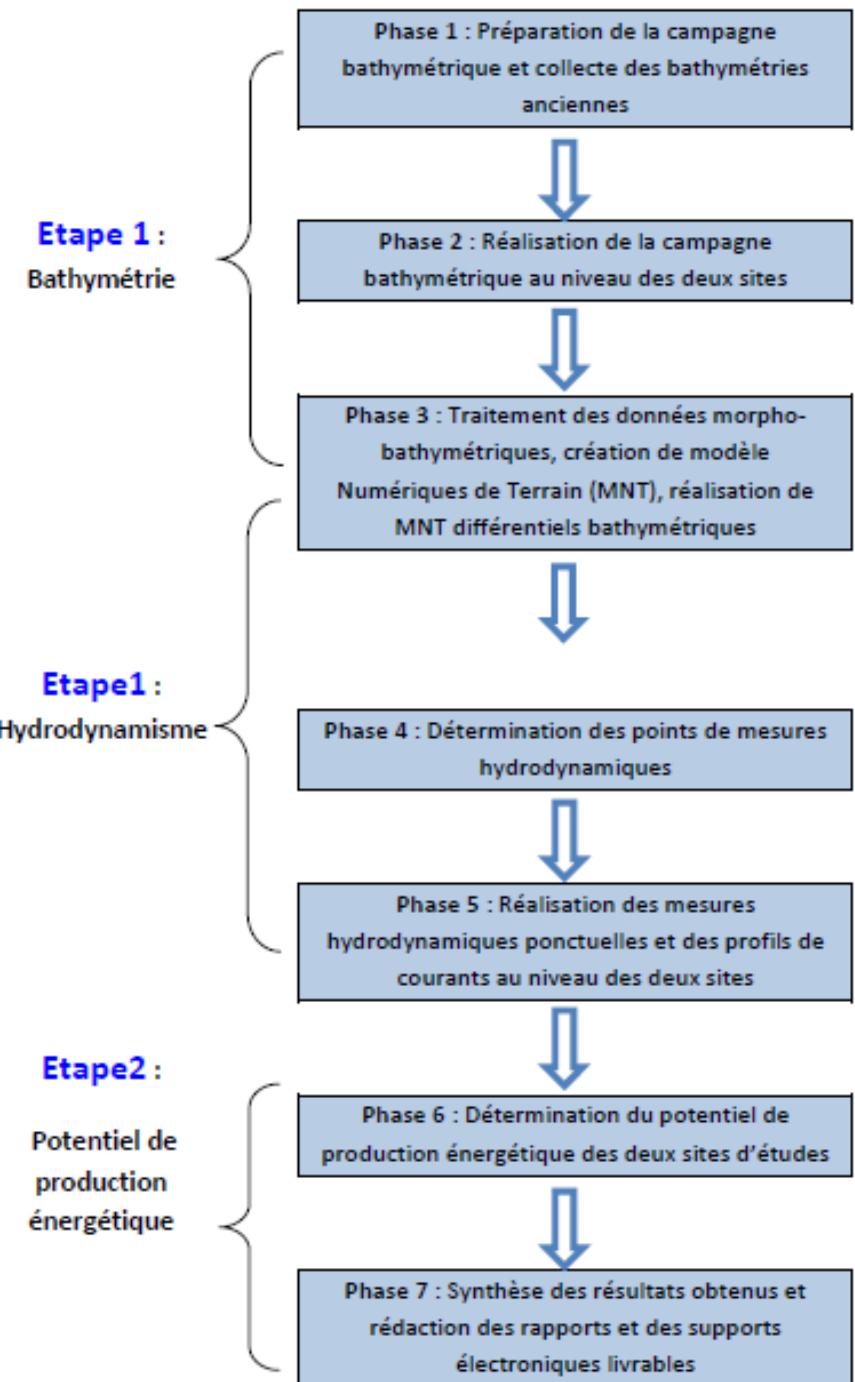
Etape 1 : Bathymétrie et hydrodynamisme

- 1- Levés de la nature du sol et sa planéité MNT
- 2- Mesures hydrodynamiques



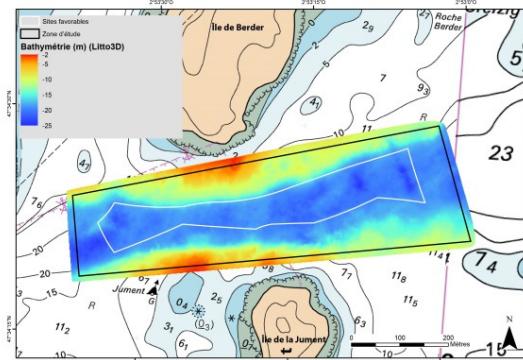
Etape 2 : Estimation du potentiel énergétique

- 1- Nombres d'hydroliennes, production potentielle
- 2- Deux technologies
- 3- Scénarii d'atterrage du câblage



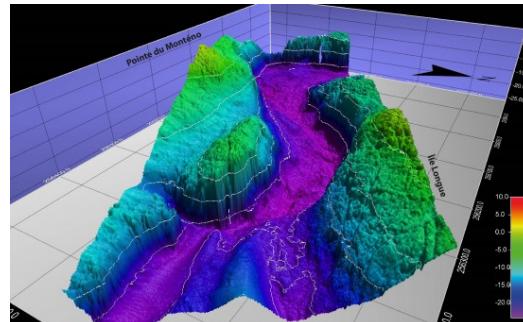
Etape 1 : Caractérisation bathymétrique

→ Levés de la nature du sol et sa planéité MNT



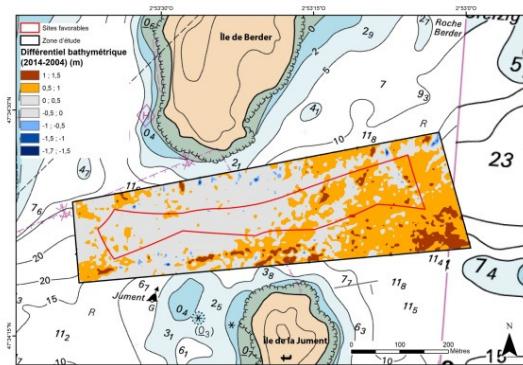
Bathymétrie ancienne (Litto3D 2003/2004)

- Réalisation de MNT et MNT 3D pour les deux sites d'étude



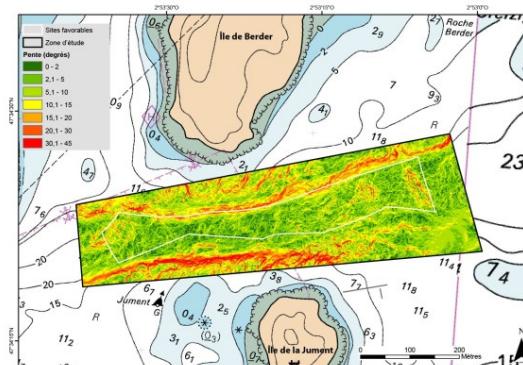
Traitement et analyse des données bathymétriques

- Différentiels bathymétriques (Litto3D vs NB)
- Cartes des pentes



Autres traitements des données bathymétriques

- Cartes bathymétriques spécifiques (entre 18 et 25 m)
- Zoom cartographiques pour les sites d'installation des Hydro



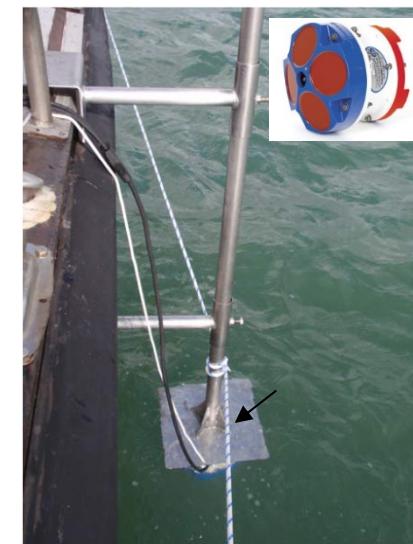
		Coeff.	Programme
Mardi	18/11/2014	48-53	Mise en place du SMF sur le Sepiola / calibration instrument
Mercredi	19/11/2014	59-64	Levés bathymétriques
Jeudi	20/11/2014	69-74	Levés bathymétriques
Vendredi	21/11/2014	79-83	Levés bathymétriques
Samedi	22/11/2014	86-89	Levés bathymétriques
Dimanche	23/11/2014	91-92	Mise en place du courantomètre + Mesures courantométriques
Lundi	24/11/2014	93-93	Mesures courantométriques / Déploiement de courantomètres
Mardi	25/11/2014	91-89	Mesures courantométriques
Mercredi	26/11/2014	86-83	Mesures courantométriques

Etape 1 : Caractérisation hydrodynamique

→ Mesures hydrodynamiques

Courantométrie au niveau de la colonne d'eau

- Profils courantométriques au niveau des deux sites d'études
- Marée montante vs marée descendante (18 à Berder & 21 à Longue)
- Courants en vives-eaux vs Courants en mortes-eaux (deux levés)
- Analyse 2D et 3D des courants (cartographie synthétique)

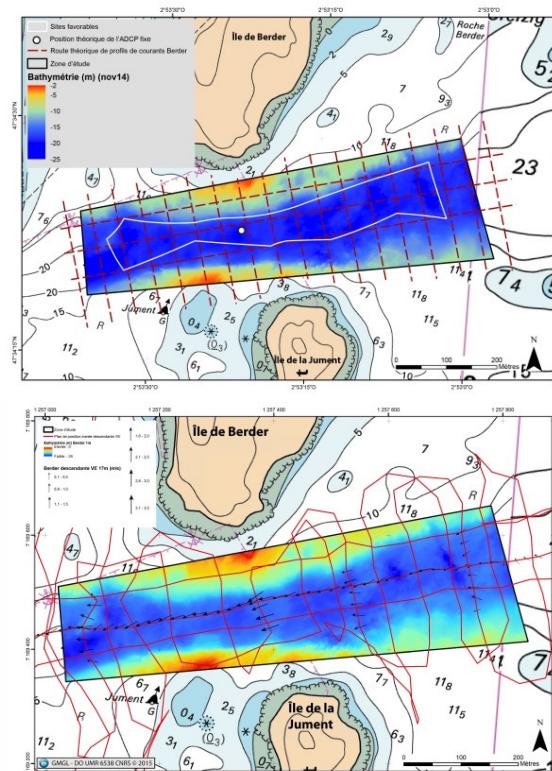
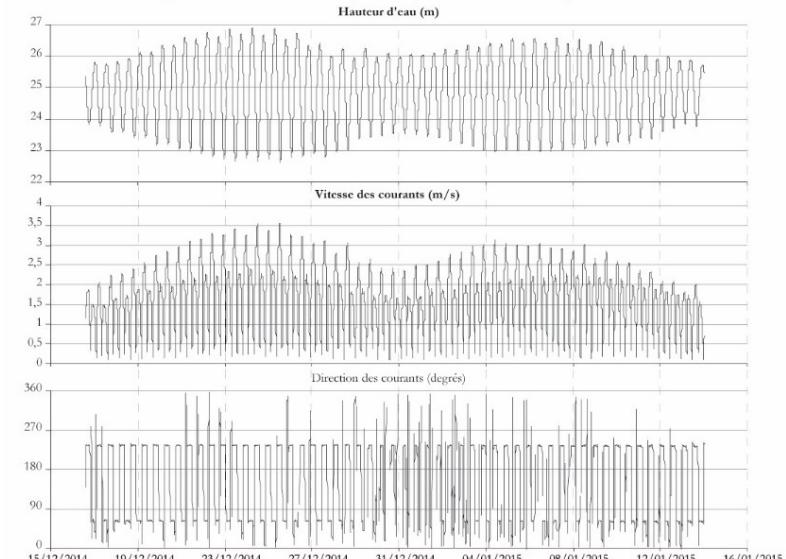


Mesures ponctuelles de courants (cycle tidal)

- Déploiement de deux courantomètres ADCP
- Mesures de courants synchronisées sur un cycle tidal
- Signature de la marée et impact morphologique



Données de courants enregistrées au niveau de l'ADCP ponctuel pour une zone de l'Île Longue du 16/12/2014 au 14/01/2015.

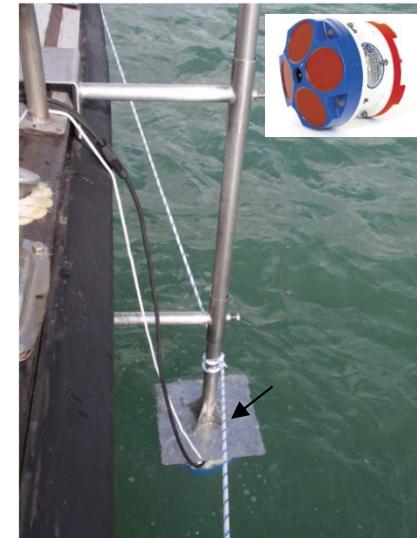


Etape 2 : Estimation du potentiel énergétique

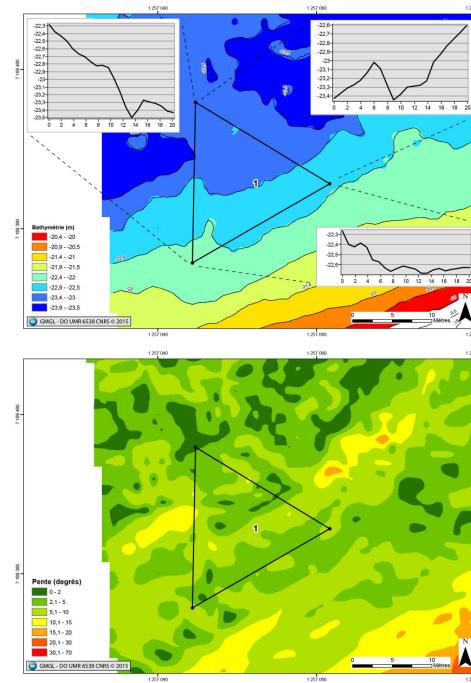
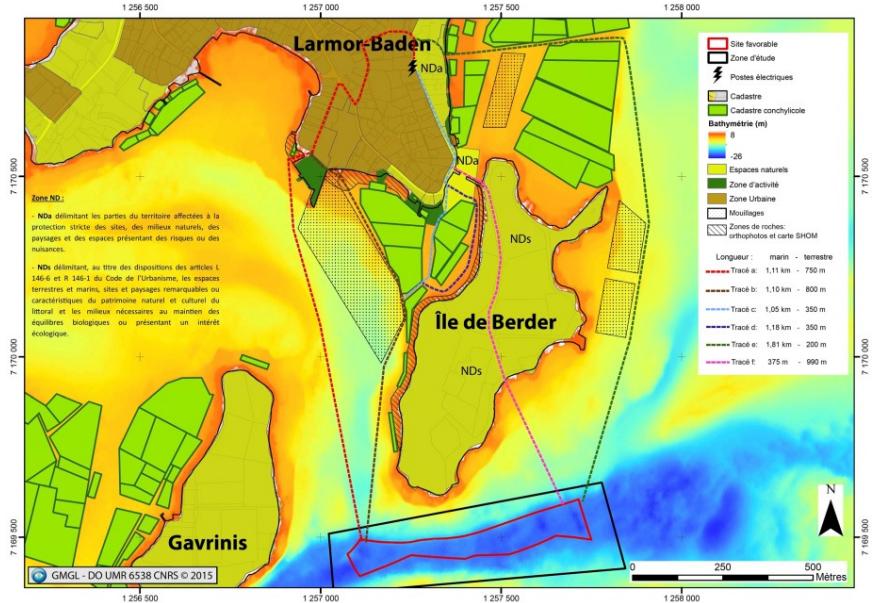
→ Travail en étroite collaboration avec les deux technologies

Préparation et mise à disposition des données

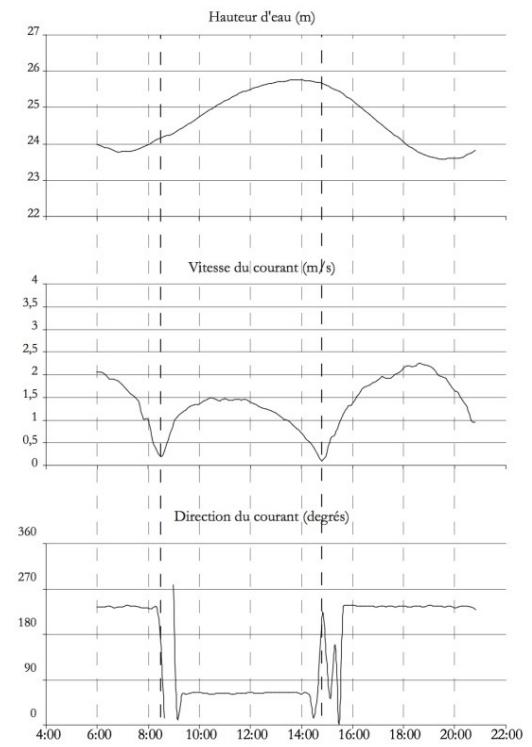
- Cartes bathymétriques (NB)
- Cartes des pentes / calculs des pentes
- Cartes spécifiques (bathymétrie entre 18 et 25 m)
- Validation des emplacements des hydroliennes (fiche/position)
- Extraction des données courantométriques (marées spécifiques)
- Mise à disposition des profils courantométriques



Estimation du potentiel pour chaque technologie



Données de courant pour l'ADCP ponctuel de la zone de l'Île Longue avec un coefficient de 45 (le 17 décembre 2015)



47°34'30"N

2°54'45"O

2°54'30"O

2°54'15"O

2°54'0"O

2°53'45"O

2°53'30"O

2°53'15"O

2°53'0"O

47°34'15"N

2°54'45"O

2°54'30"O

2°54'15"O

2°54'0"O

2°53'45"O

2°53'30"O

2°53'15"O

2°53'0"O

47°34'0"N

2°54'45"O

2°54'30"O

2°54'15"O

2°54'0"O

2°53'45"O

2°53'30"O

2°53'15"O

2°53'0"O

47°33'45"N

2°54'45"O

2°54'30"O

2°54'15"O

2°54'0"O

2°53'45"O

2°53'30"O

2°53'15"O

2°53'0"O

47°33'45"N

2°54'45"O

2°54'30"O

2°54'15"O

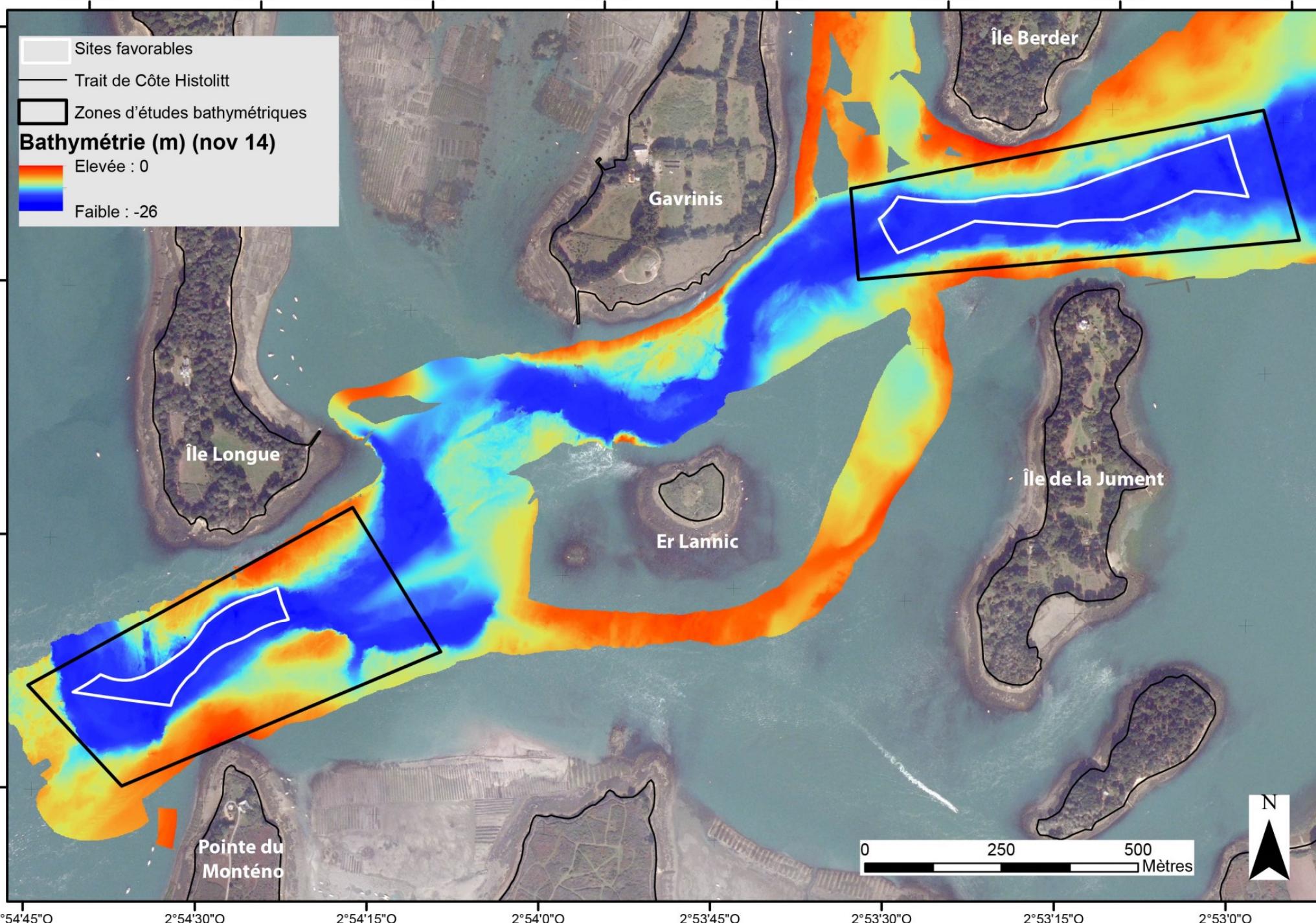
2°54'0"O

2°53'45"O

2°53'30"O

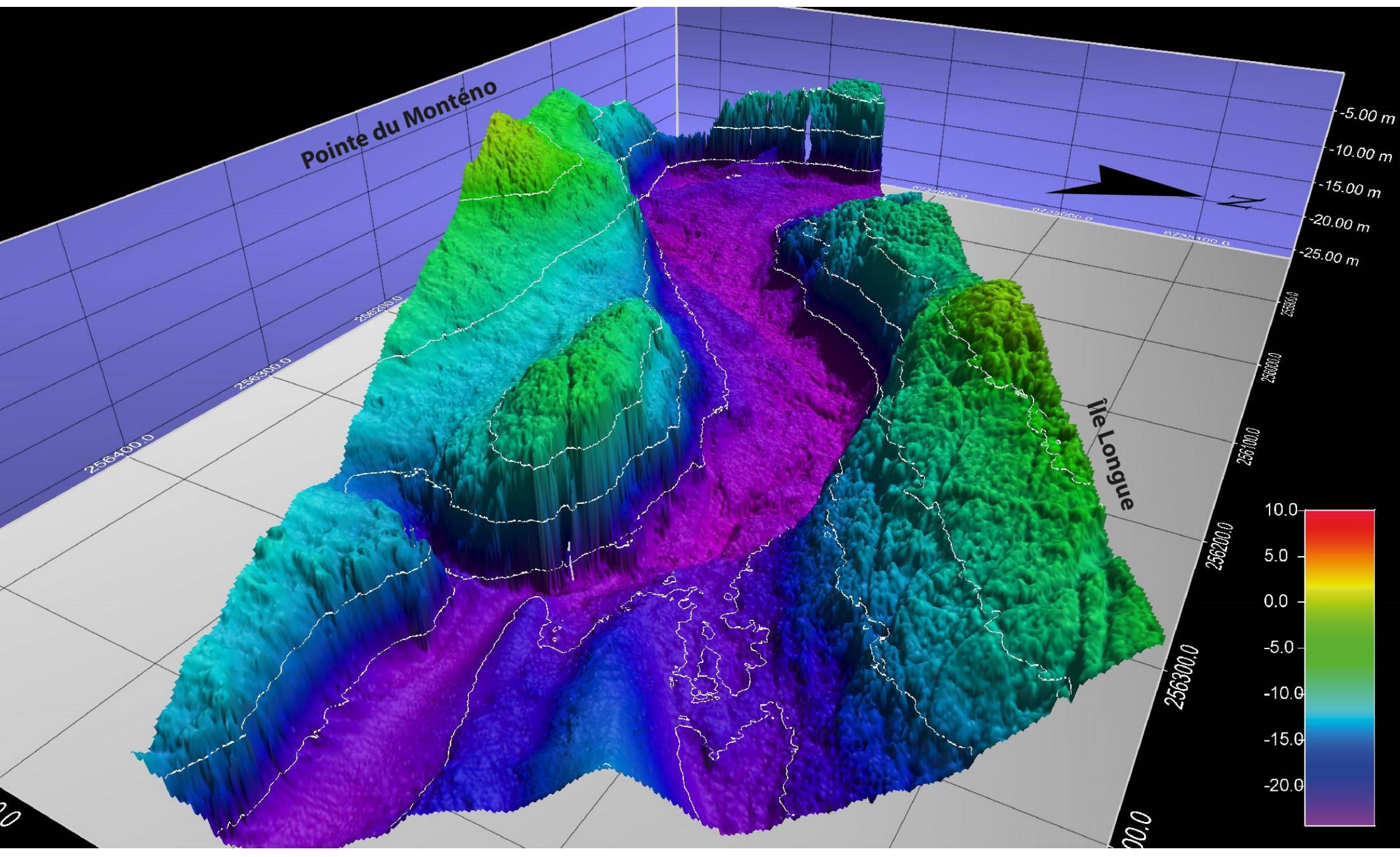
2°53'15"O

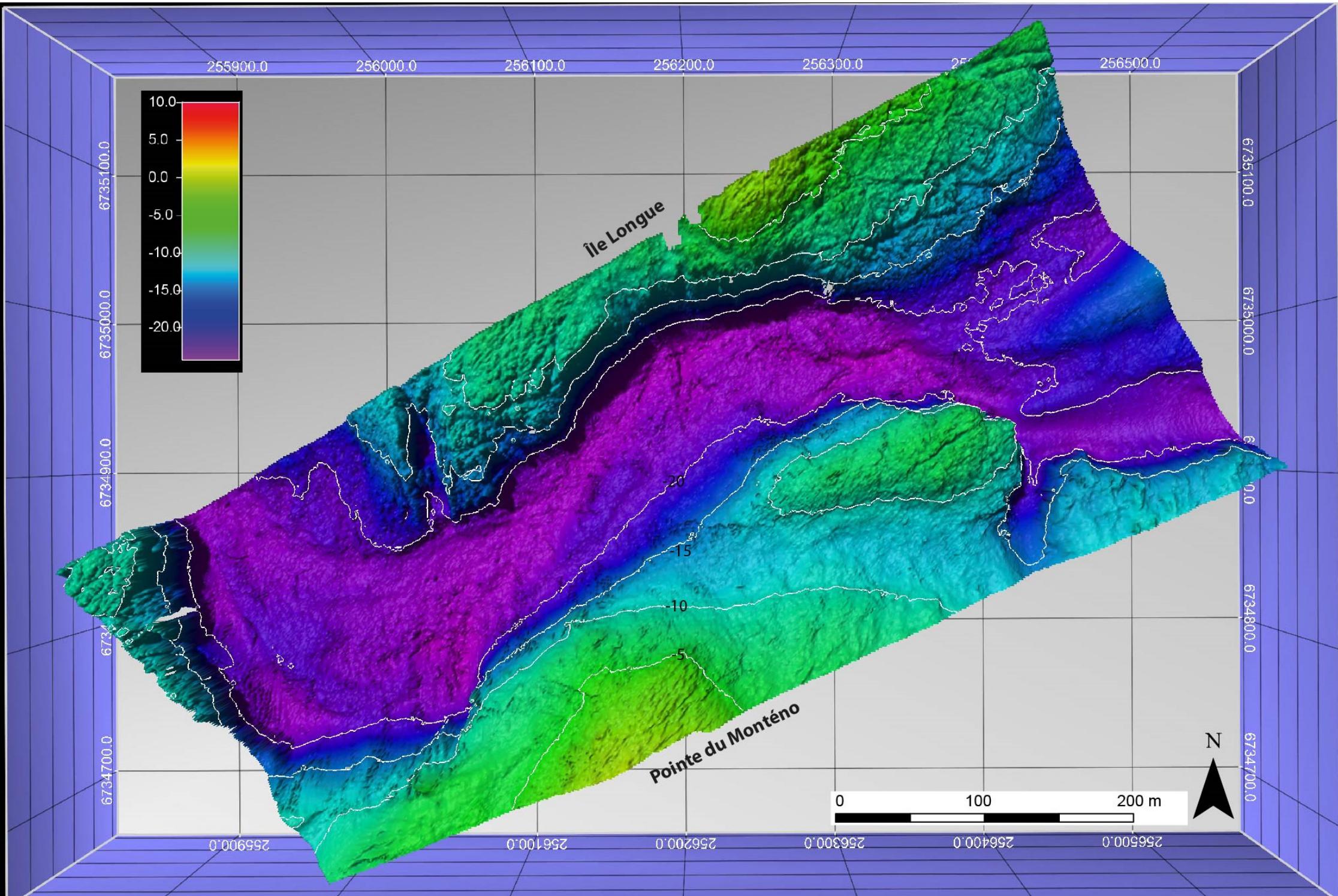
2°53'0"O



Etape 1 : Caractérisation bathymétrique

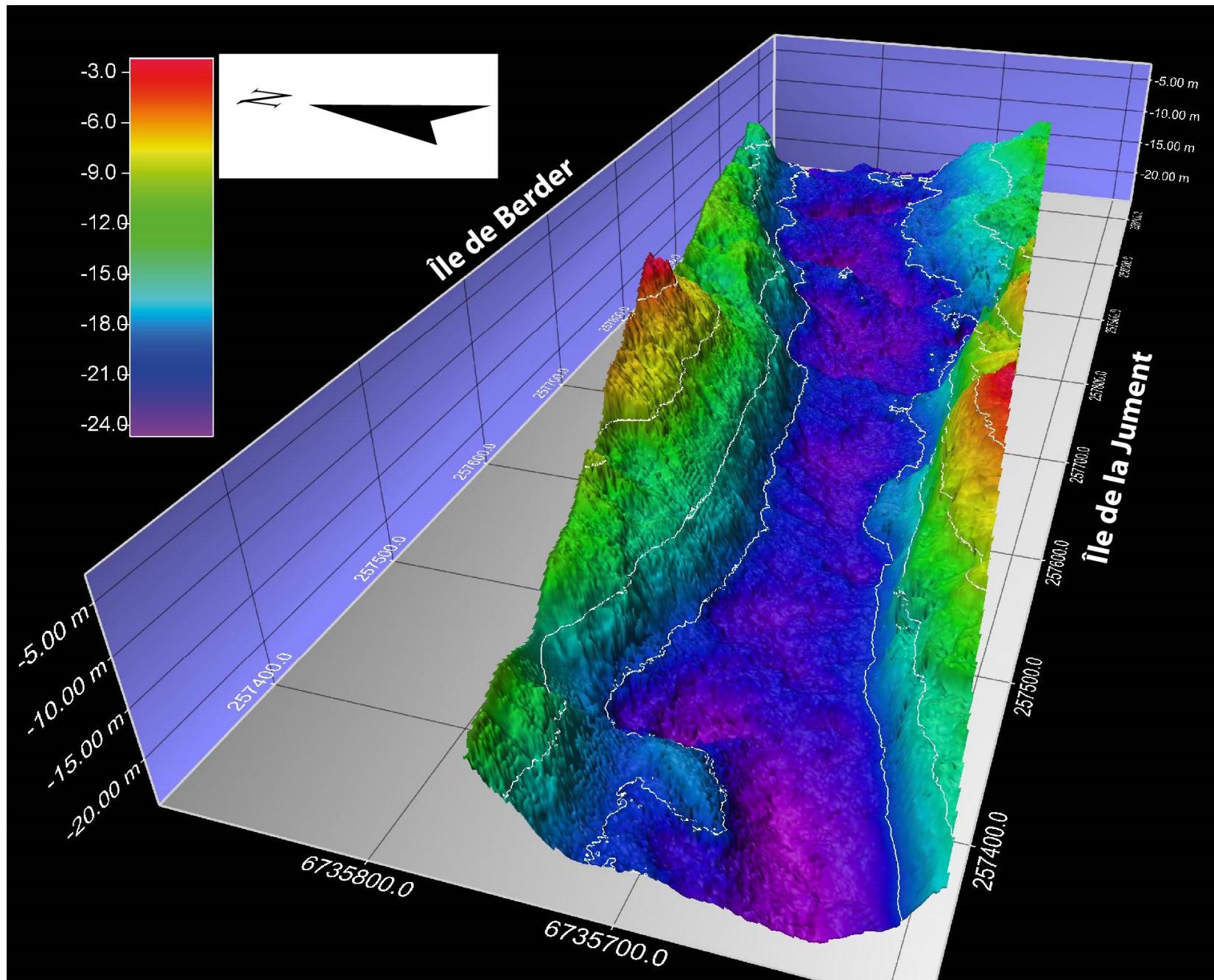
Bathymétrie SMF (novembre 2014)





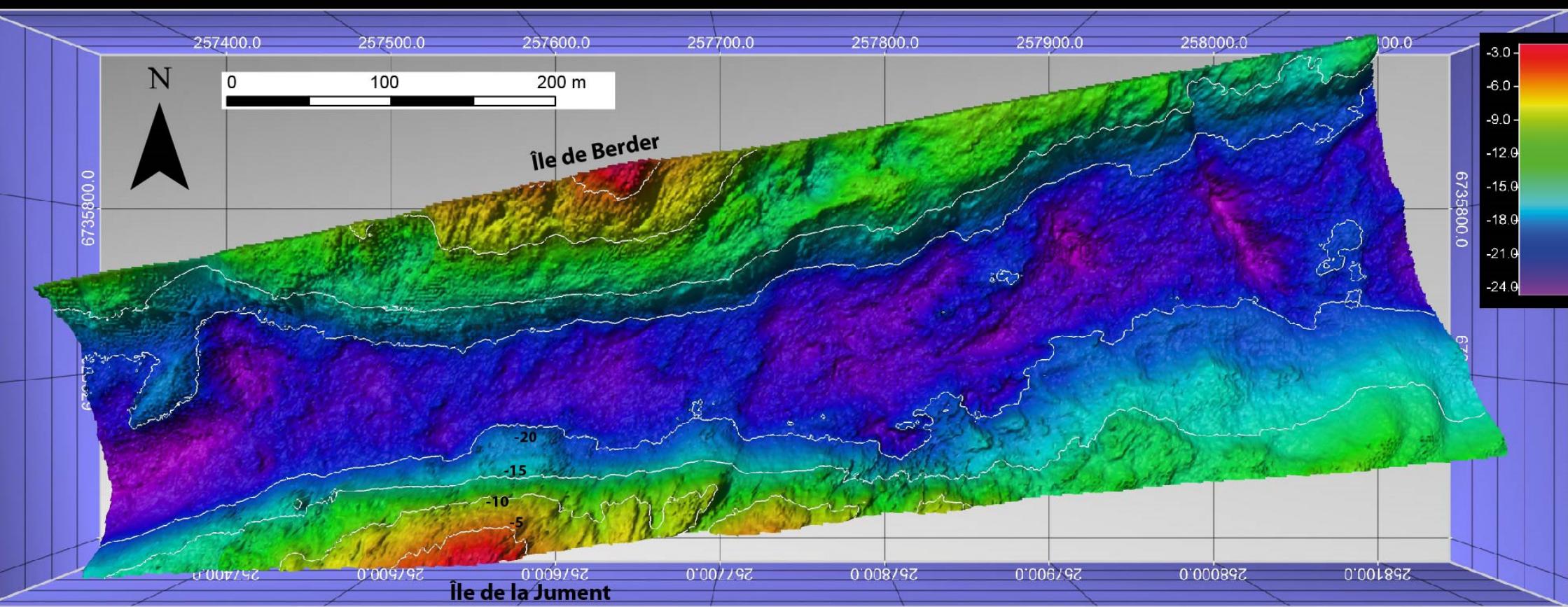
Etape 1 : Caractérisation bathymétrique

Bathymétrie SMF (novembre 2014)



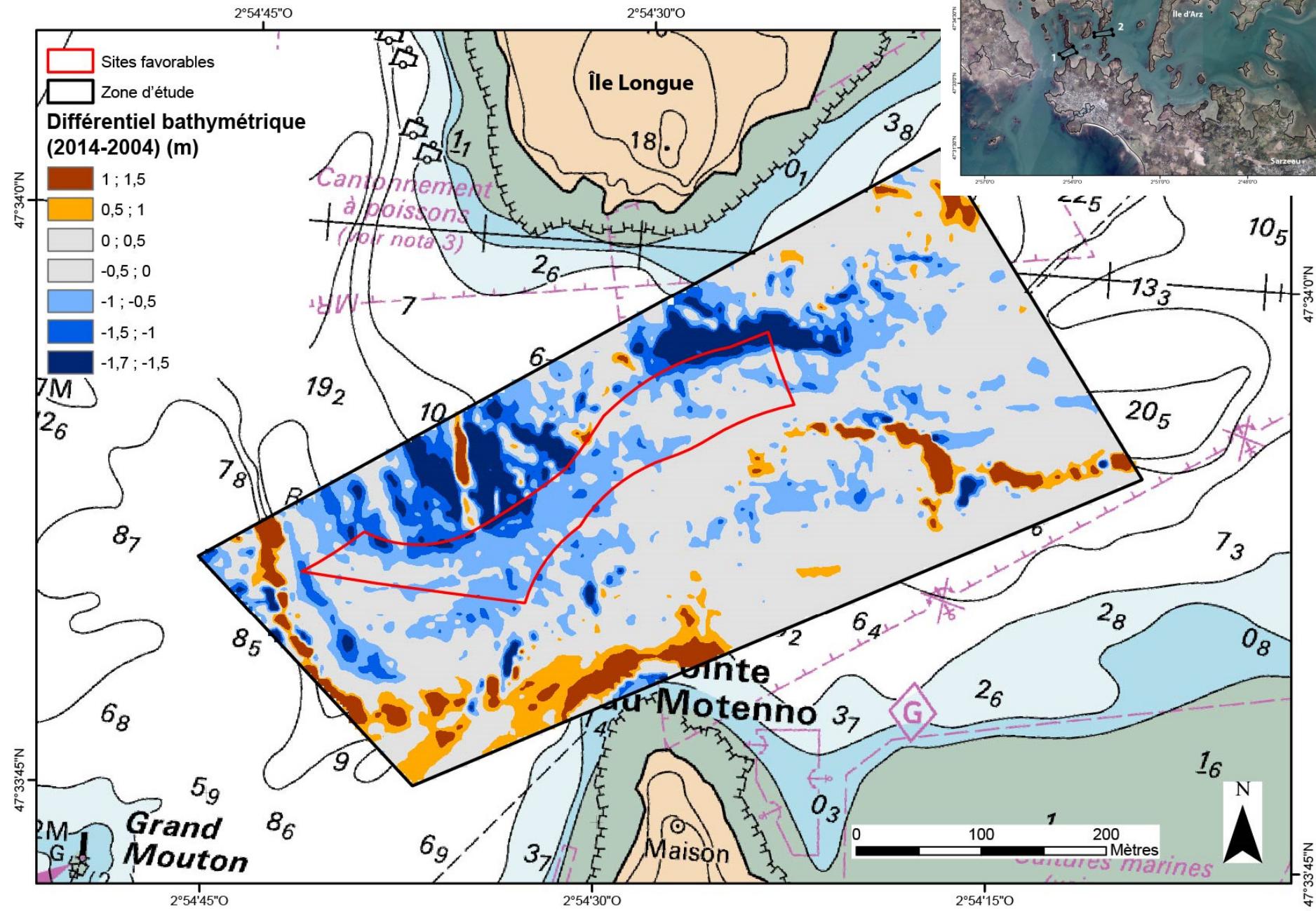
Etape 1 : Caractérisation bathymétrique

Bathymétrie SMF (novembre 2014)



Etape 1 : Caractérisation bathymétrique

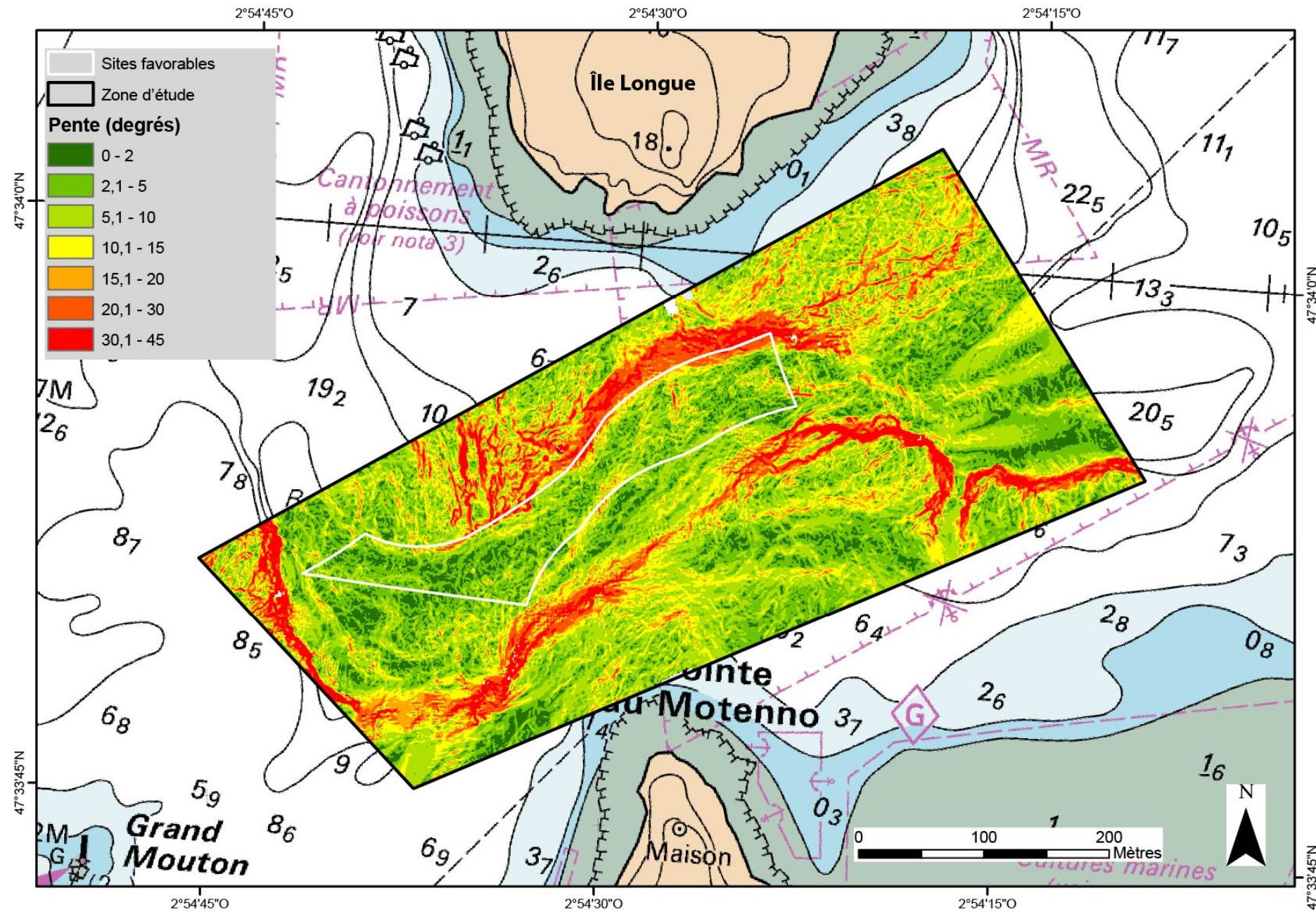
Diff bathy : Litto3D vs SMF nov 14 * Variations altimétriques
* Mobilité des fonds



Etape 1 : Caractérisation bathymétrique

Bathymétrie SMF (novembre 2014)

Elaboration d'une carte des pentes



- 1- Profils de courants et mesures ponctuelles
- 2- Caractérisation 2D & 3D des courants

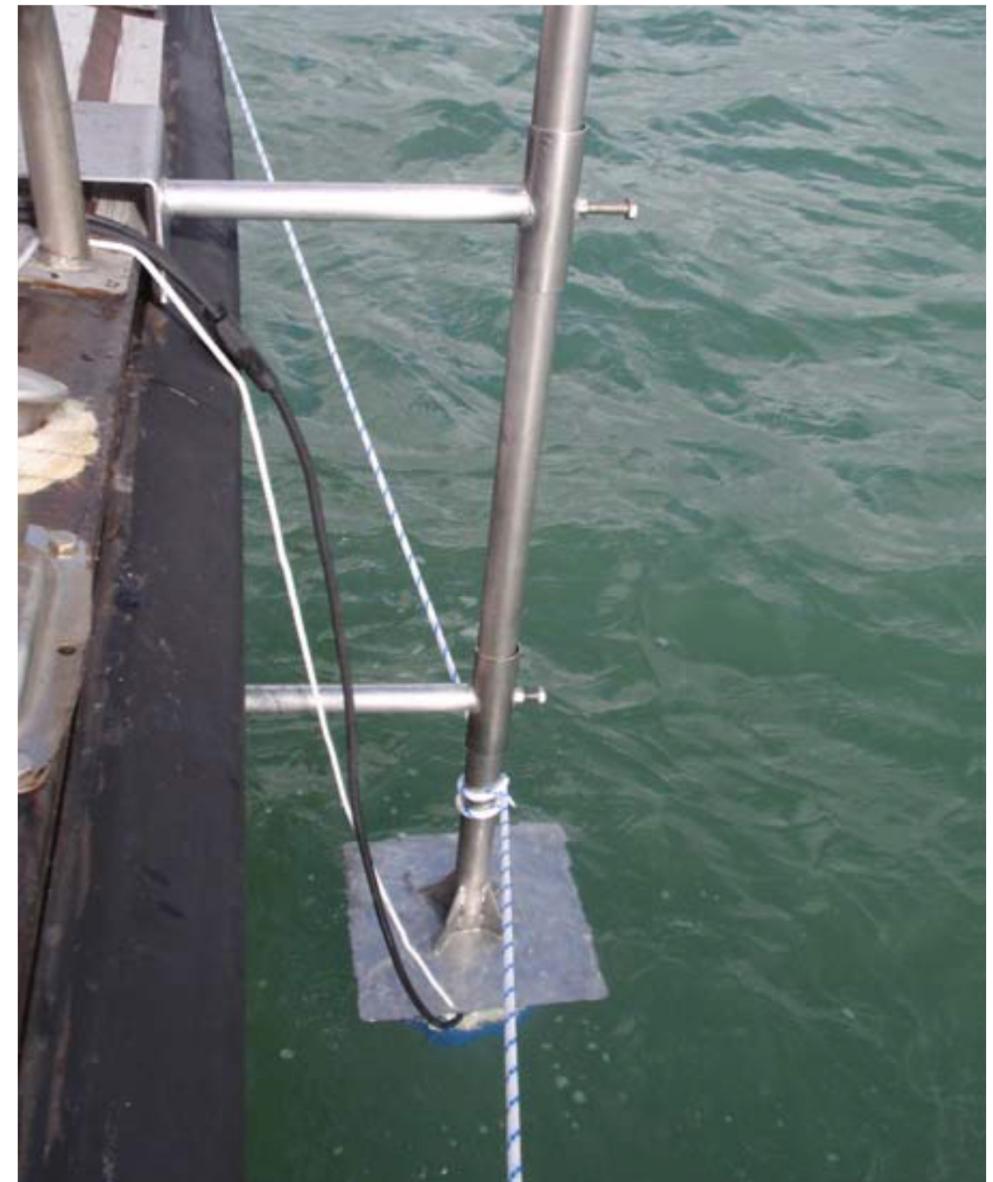
Deux levés de profils
courantométriques

Marée montante & Marée descendante

Forts coef vs Faibles coef

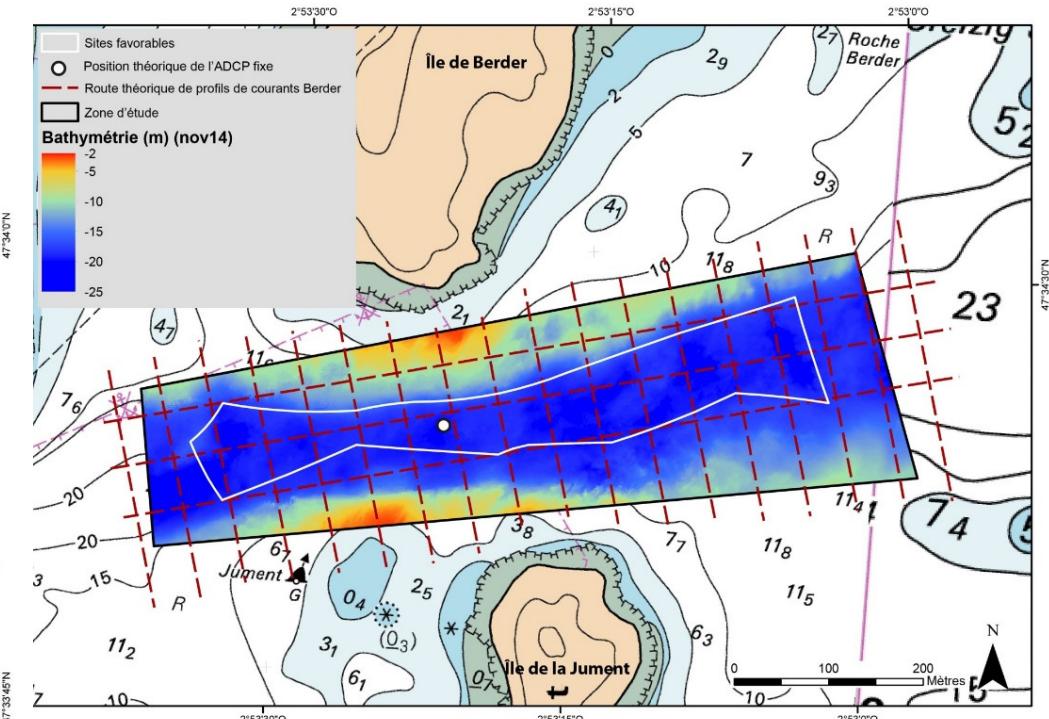
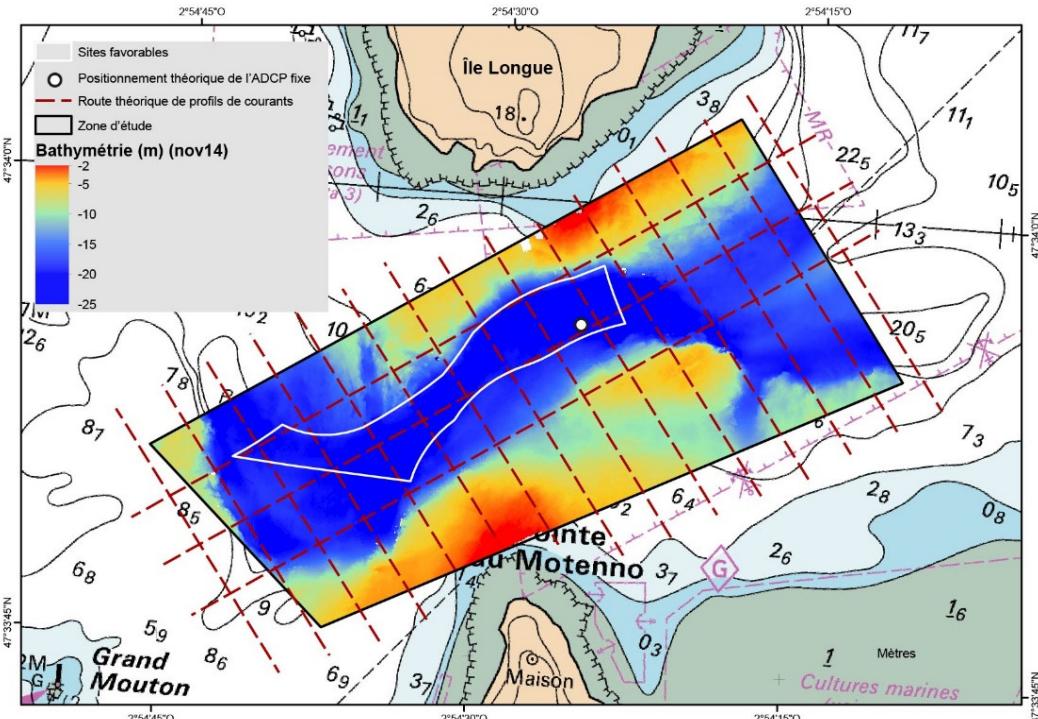
Levés du 25-26/11/2014 => Coef 91-89

Levés du 16-17/12/2014 => Coef 37-39

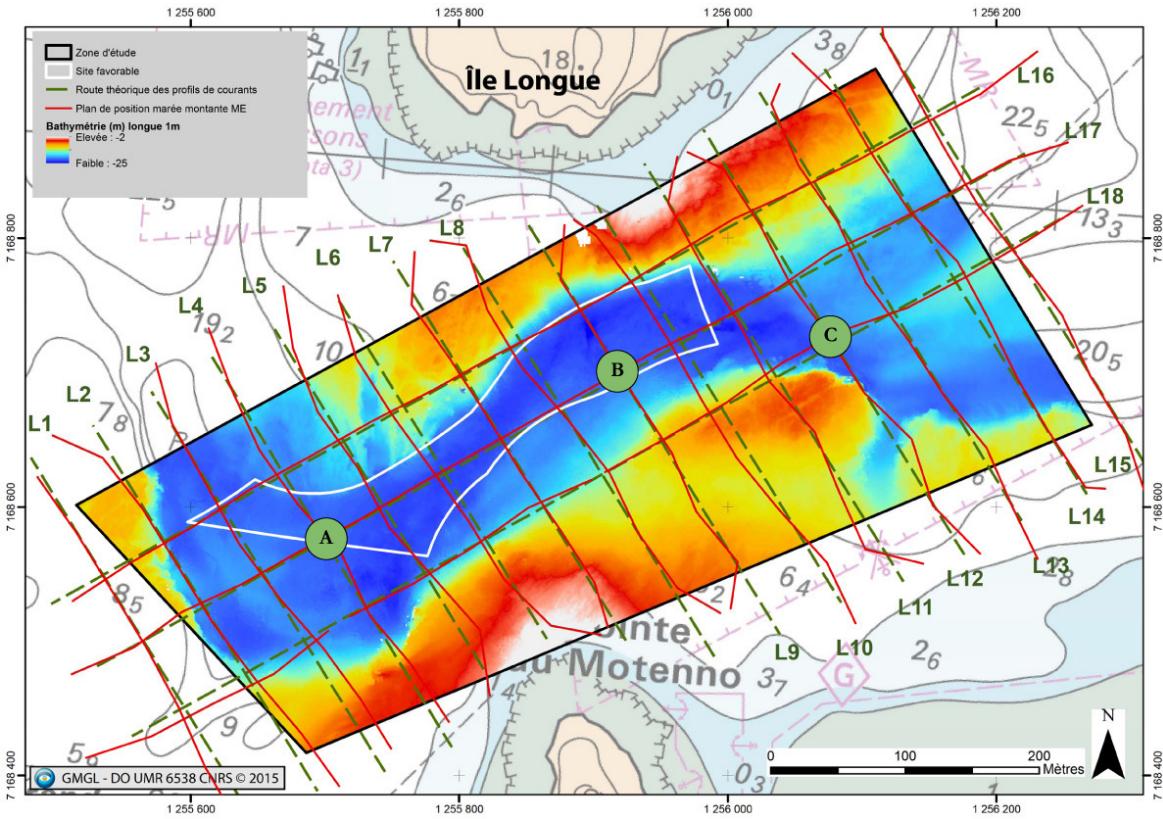


Etape 1 : Caractérisation hydrodynamique (Sites de l'Île Longue et l'Île de Berder)

Profils de courants & déploiement du courantomètre



Levés de profils courantométriques



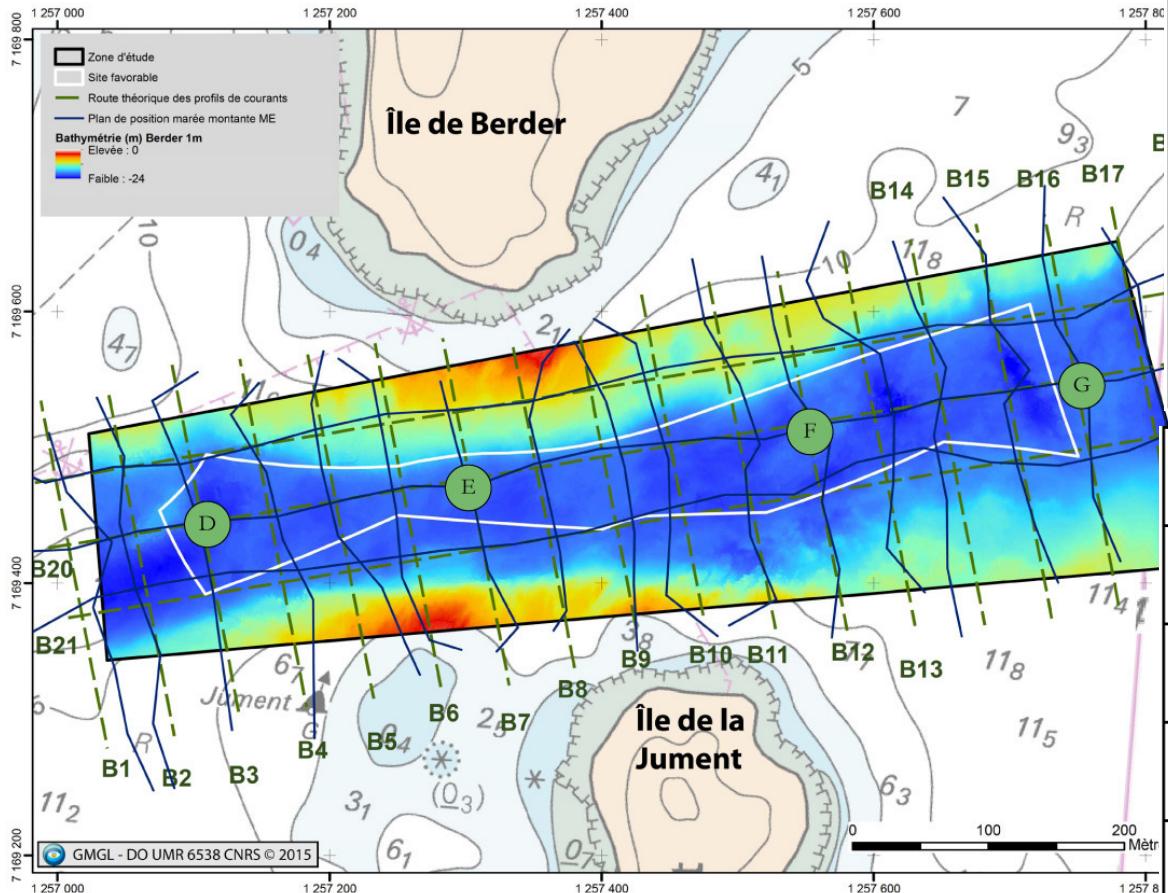
- ⇒ Courants fortement impactés par la bathy du chenal
- ⇒ Flot vers le ENE & jusant vers le OSO
- ⇒ Courants plus élevés en conditions de VE
- ⇒ Accélération entre A & B puis ralentissement à C
- ⇒ Accélération entre C et B puis un léger ralentissement à A
- ⇒ Effet entonnoir causé par la morphologie méandriforme
- ⇒ Jusant plus fort que le Flot

Point A	Vitesse 17 m	Direction 17 m	Vitesse 15 m	Direction 15 m	Vitesse 10 m	Direction 10 m
Vives-Eaux Marée descendante	1,8 m/s	SO	1,9 m/s	OSO	2,1 m/s	OSO
Vives-Eaux Marée montante	1,5 m/s	NE	1,2 m/s	NE	1,2 m/s	NE
Mortes-Eaux Marée descendante	1,5 m/s	SO	1,4 m/s	SO	1,7 m/s	OSO
Mortes-Eaux Marée montante	0,2 m/s	NE	0,1 m/s	SSO	0,3 m/s	SE

Point B	Vitesse 17 m	Direction 17 m	Vitesse 15 m	Direction 15 m	Vitesse 10 m	Direction 10 m
Vives-Eaux Marée descendante	2,5 m/s	OSO	2,4 m/s	SO	3,2 m/s	SO
Vives-Eaux Marée montante	2 m/s	ENE	2,2 m/s	NE	2,5 m/s	NE
Mortes-Eaux Marée descendante	2 m/s	OSO	2,2 m/s	OSO	2 m/s	OSO
Mortes-Eaux Marée montante	0,8 m/s	ESE	1 m/s	E	0,8 m/s	E

Point C	Vitesse 17 m	Direction 17 m	Vitesse 15 m	Direction 15 m	Vitesse 10 m	Direction 10 m
Vives-Eaux Marée descendante	1,8 m/s	SO	2,5 m/s	SO	2,3 m/s	SO
Vives-Eaux Marée montante	2,8 m/s	E	2,4 m/s	ENE	2,5 m/s	ENE
Mortes-Eaux Marée descendante	1,6 m/s	SO	1,1 m/s	OSO	0,5 m/s	ONO
Mortes-Eaux Marée montante	1 m/s	E	1,2 m/s	ESE	0,6 m/s	ENE

Levés de profils courantométriques

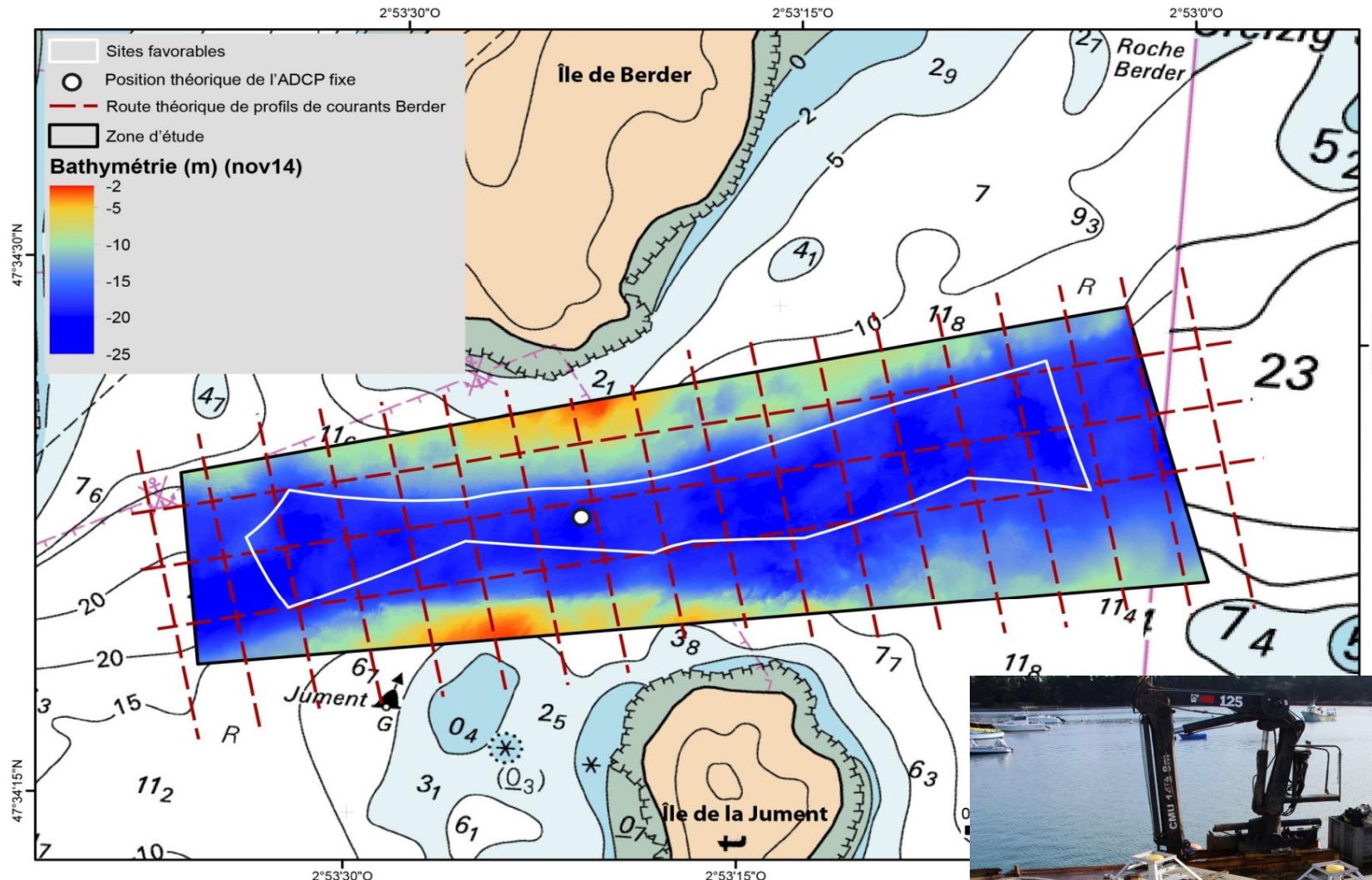


Point D	Vitesse	Direction	Vitesse	Direction	Vitesse	Direction
Vives-Eaux	17 m	17 m	15 m	15 m	10 m	10 m
Marée descendante	1,6 m/s	O	2,1 m/s	OSO	2,2 m/s	OSO
Vives-Eaux	2,3 m/s	NE	1,7 m/s	NNE	1,8 m/s	NE
Marée montante						
Mortes-Eaux	1,6 m/s	OSO	1,3 m/s	O	1,8 m/s	OSO
Marée descendante						
Mortes-Eaux	1,2 m/s	ESE	1 m/s	E	1,2 m/s	ESE
Marée montante						
Point F	Vitesse	Direction	Vitesse	Direction	Vitesse	Direction
Vives-Eaux	17 m	17 m	15 m	15 m	10 m	10 m
Marée descendante	1,2 m/s	OSO	1,2 m/s	OSO	1,1 m/s	OSO
Vives-Eaux	2,8 m/s	E	3,2 m/s	ENE	3 m/s	ENE
Marée montante						
Mortes-Eaux	– m/s	–	1,4 m/s	O	1,2 m/s	SO
Marée descendante						
Mortes-Eaux	2 m/s	ENE	1,6 m/s	E	1,7 m/s	E
Marée montante						

- ⇒ Courants fortement impactés par la bathy du chenal
- ⇒ Flot vers le NE & jusant vers le O-SO
- ⇒ Courants plus élevés en conditions de VE
- ⇒ Accélération entre E & F puis ralentissement à G
- ⇒ Accélération entre F et E puis un léger ralentissement à D
- ⇒ Effet d'une morphologie réctiligne
- ⇒ Jusant plus fort que le Flot

Etape 1 : Caractérisation hydrodynamique (Sites de l'Île Longue et l'Île de Berder)

Mesures courantométriques ponctuelles



Appareil déployé à -22m du 16 dec au 10 janv



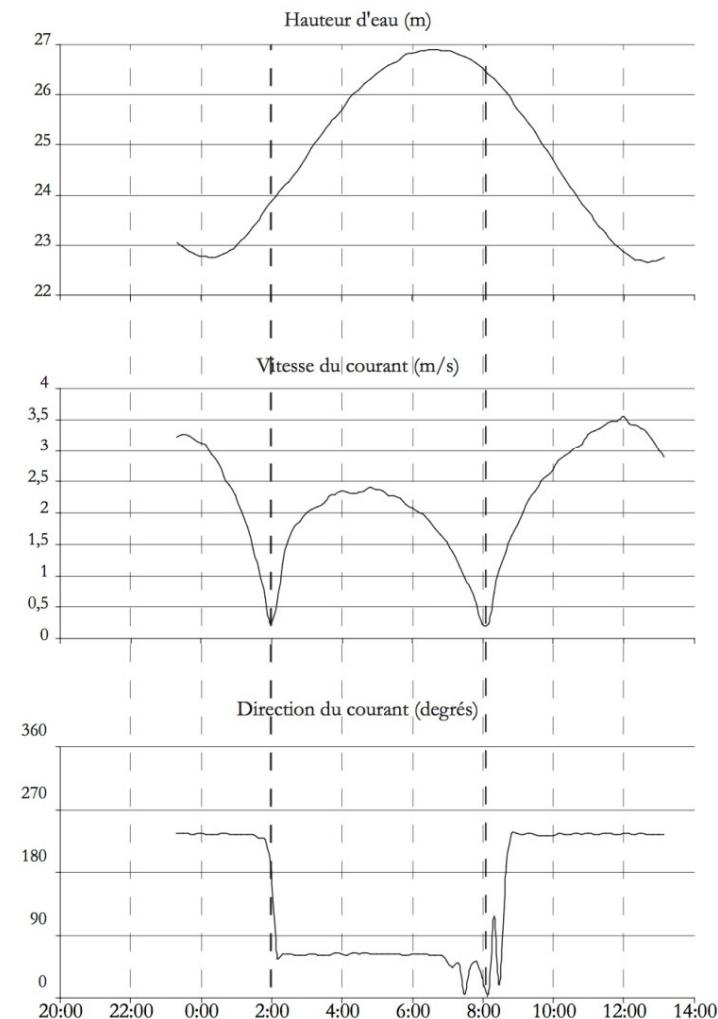
Etape 1 : Caractérisation hydrodynamique (Site de l'Île Longue)

Mesures courantométriques ponctuelles

Coefficient de marée	45	61	72	91	99
Marnage	2 m	2,5 m	3 m	3,75 m	4 m
Vitesse du flot	1,5 m/s	1,8 m/s	2 m/s	2,3 m/s	2,4 m/s
Direction du flot	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
Vitesse du jusant	2,3 m/s	2,5	2,9 m/s	3,3 m/s	3,5 m/s
Direction du jusant	OSO	OSO	OSO	OSO	OSO
Rapport jusant/flot	1,5	1,4	1,45	1,45	1,45

- ⇒ Courants fortement impactés par la bathy (canalisation)
- ⇒ Flot vers le ENE & jusant vers le OSO
- ⇒ Courants plus élevés en conditions de VE
- ⇒ Jusant plus fort que le Flot
- ⇒ Rapport Flot/Jusant stable (1,45)
- ⇒ Marée encaissée

Données de courant pour l'ADCP ponctuel de la zone de l'Île Longue avec un coefficient de 99 (le 23 et 24 décembre 2015)



En synthèse ...

- * **Aucune mobilité significative des fonds entre 2004 et 2014**
 - ⇒ **Différences altimétriques en lien avec l'extrapolation des données**
- * **Pentes importantes en dehors de la zone d'étude**
 - ⇒ **Pentes douces au niveau du chenal (zone de 400m/80m)**

Surface susceptible d'accueillir des hydroliennes

- * **Les courants de jusant au niveau de Berder et Longue sont quasi similaires (même potentiel énergétique pour cette phase de la marée)**
- * **Le rapport jusant/flot est de 1,15 à Berder et environ 1,5 à l'île Longue**
- * **Il y a 0,5 m/s de vitesse de courant de Flot en plus à Berder quelque soit le coefficient de marée. C'est l'équivalent de 33% de courant en plus pendant le flot à L'île longue en coef 45 (V max de 1,45 m/s)**
- * **La perte d'intensité de courant (flot vs jusant) est moins importante à Berder rendant ainsi ce site potentiellement plus énergétique que le site de l'île Longue.**

En conclusion ...

Bathymétrie favorable pour l'installation des hydroliennes

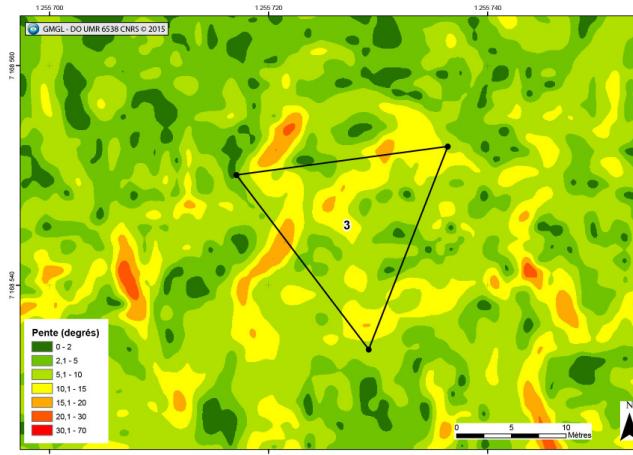
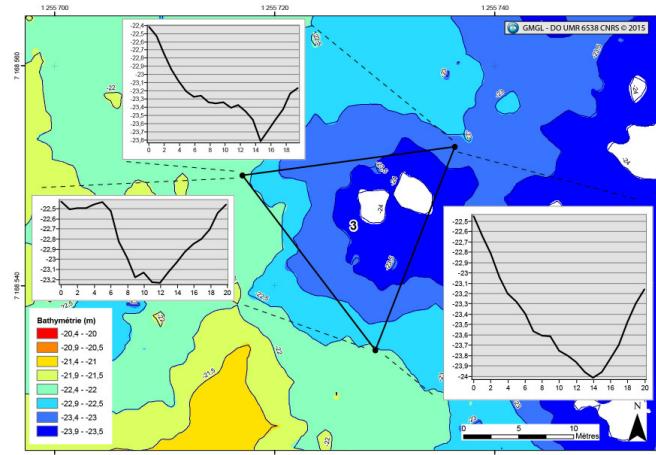
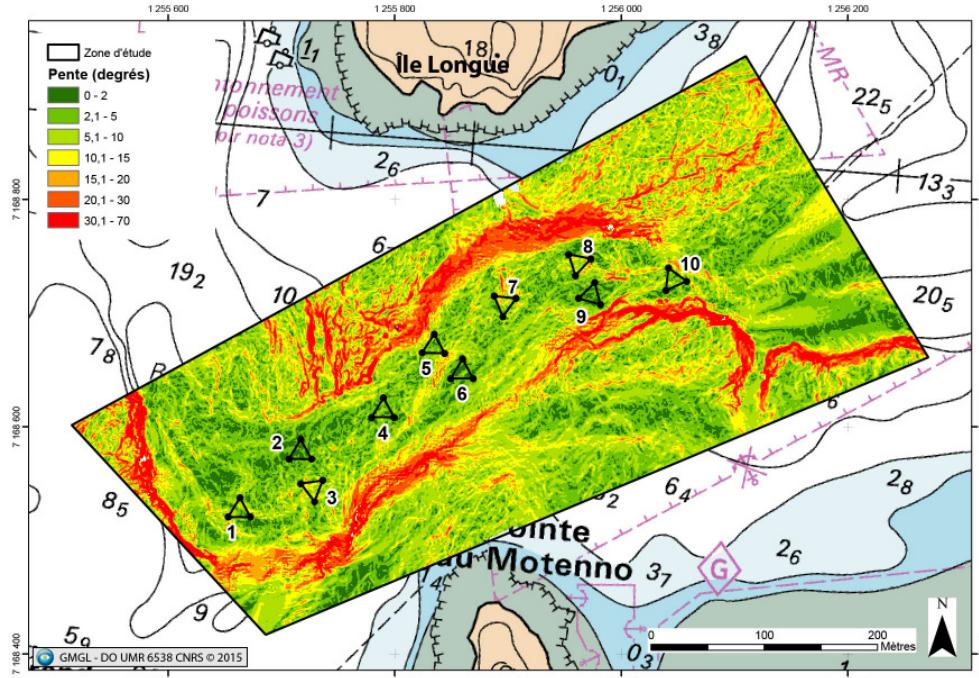
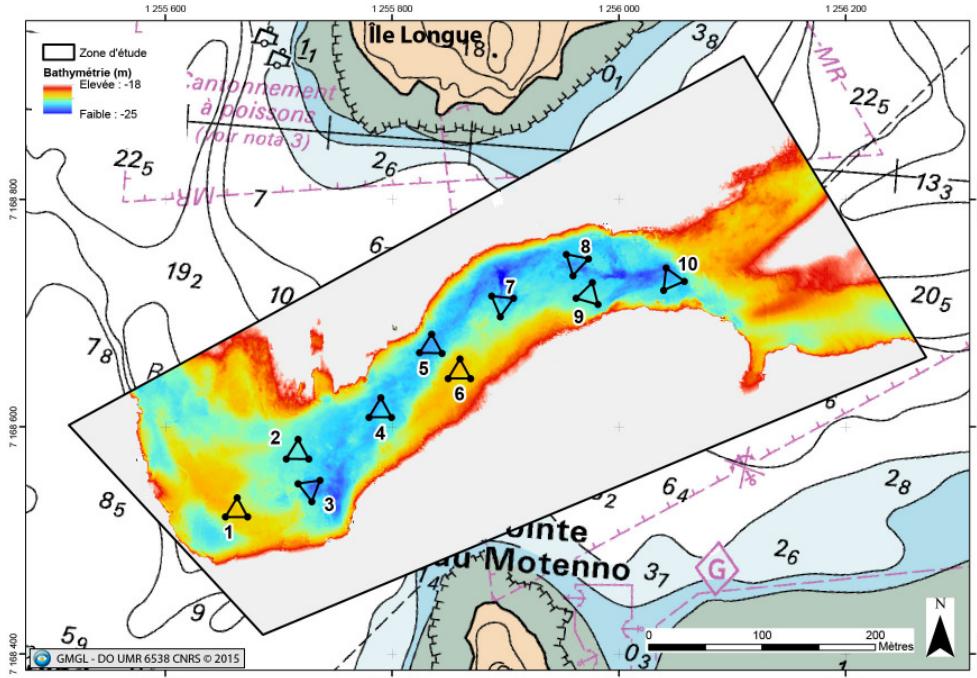
Concentration et forts courants en chenaux profonds

Courants important même en faible coefficient

Courants important sur une longue période de la marée

Etape 2 : Estimation du potentiel énergétique

Positionnement des hydroliennes : exemple technologie 1



- * **Mise à disposition de cartes bathymétriques fines**
 - * **Aide pour un placement optimal des machines**
 - * **Recommandations pour déplacement**

Etape 2 : Estimation du potentiel énergétique

Estimation minimale pour les deux sites

	Technologie 1	Technologie 2
Nombre de machines	10	18
Diamètre de la machine	8m	8m
Hauteur à partir du sol	15m	14m
Puissance par machine/an	? Mwh	775 Mwh

Puissance estimée pour le site/an	12,25 Gwh	14 Gwh
-----------------------------------	-----------	--------

	Technologie 1	Technologie 2
Nombre de machines	11	22
Diamètre de la machine	8m	8m
Hauteur à partir du sol	15m	14m
Puissance par machine/an	? Mwh	775 Mwh

Puissance estimée pour le site/an	20,77 Mwh	17,050 Gwh
-----------------------------------	-----------	------------

Total pour les deux sites/an	33,02 Gwh	31,050 Gwh
------------------------------	-----------	------------

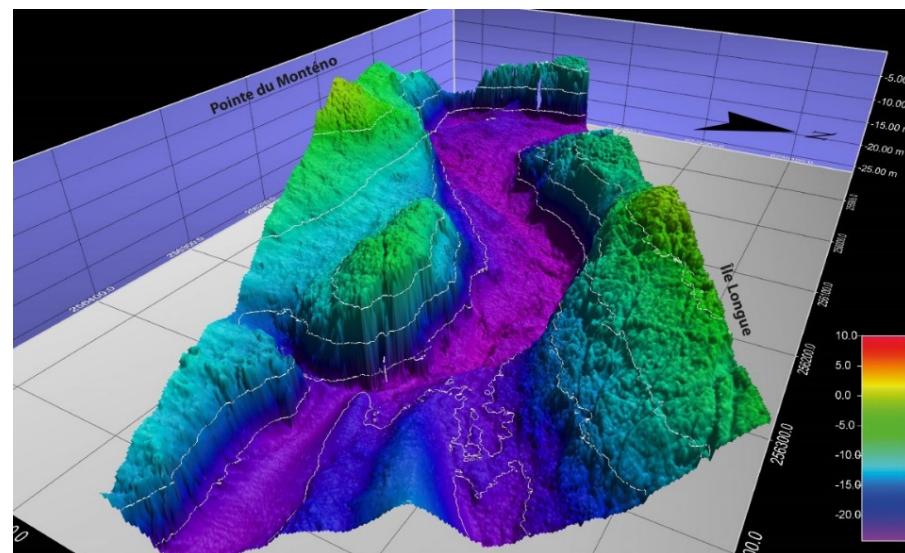
Ce qui correspond à 7% de la consommation électrique des 26 communes du Golfe (541 Gwh)



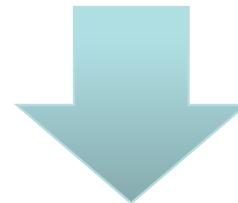
ÉTUDE DE DEFINITION DU POTENTIEL ENERGETIQUE D'ORIGINE HYDROLIENNE SUR DEUX SITES DU GOLFE DU MORBIHAN

Vers

**Etat initial et évaluation environnementale et socio-économique
des incidences potentielles d'un développement hydraulien dans
le Golfe du Morbihan**

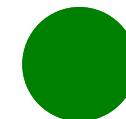


Etat initial et évaluation environnementale et socio-économique des incidences potentielles d'un développement hydraulien dans le Golfe du Morbihan



Définition d'une grille de sensibilité :

- incidences négligeables**
- incidences significatives**
- incidences rédhibitoires**





un syndicat
au service
des territoires

Etat initial et évaluation environnementale et socio-économique des incidences potentielles d'un développement hydraulien dans le Golfe du Morbihan

Etude en deux volets basée sur le guide GHYDRO

Guide d'évaluation des impacts environnementaux pour les technologies hydroliennes en mer



Etat initial et évaluation environnementale et socio-économique des incidences potentielles d'un développement hydraulien dans le Golfe du Morbihan

WP 1 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement

WP 1.1 - État et caractérisation du milieu physique

WP 1.2 - État et caractérisation du milieu vivant

WP 1.3 - Protections réglementaires et patrimoine naturel

WP 1.4 - État et caractérisation du milieu humain

WP 2 – Perception et concertation avec les acteurs et les usagers autour de la mise en place d'un parc hydraulien dans le Golfe du Morbihan

WP 1 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement

WP 1.1 - État et caractérisation du milieu physique

- ⇒ **Géologie et Géomorphologie** ***B & MIS***
- ⇒ **Bathymétrie** (sites & tracés des câbles) ***B & MIS***
- ⇒ **Climatologie** ***B & MIS***
- ⇒ **Agents hydrodynamiques** (NM, Courantologie, houle & vagues, flux énergétique,) ***B***
- ⇒ **Contexte sédimentaire** (nature des fonds & structures sédimentaires) ***B & MIS***
- ⇒ **Evolution du littoral** (littoral & fond) ***B***
- ⇒ **Qualité des eaux littorales** (Baignade, zones conchy, Phy & Chi eau) ***B***
- ⇒ **Qualité des sédiments** ***B***
- ⇒ **Qualité de l'air** ***B***
- ⇒ **Environnement sonore** (bruit de fond) ***B & MIS***



Synthèse & évaluation des incidences potentielles



B : Bibliographie
MIS : Mesures *in-situ*

Participants : CRCBS, PNR,...

WP 1 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement

WP 1.2 - État et caractérisation du milieu vivant

- ⇒ **Biocénoses planctoniques** (Phyto, zoo) ***B & MIS***
- ⇒ **Biocénoses benthiques** (deux sites & câblages) ***B & MIS***
- ⇒ **Ressources halieutiques** (reproduction & espèces *in-situ*) ***B***
- ⇒ **Mammifères marins** ***B***
- ⇒ **L'Avifaune** (résidents, migrants, vulnérabilité de l'avifaune présente) ***B***
- ⇒ **Autres espèces remarquables *in-situ*** ***B***



Synthèse & évaluation des incidences potentielles



B : Bibliographie
MIS : Mesures *in-situ*

Participants : CRCBS, CDPM 56, ONCFS, Bretagne Vivante, SEPXB,
IFREMER, PNR, NCFS,...

WP 1 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement

WP 1.3 – Protections réglementaires & patrimoine naturel

- ⇒ **Inventaires scientifiques** (Znieff, Zico,...) **B**
- ⇒ **Protections réglementaires B**
 - * Réseau Natura 2000
 - * Parc Naturel Régional
 - * Réserves naturelles
 - * Sites inscrits et classés
- ⇒ **Maîtrise foncière** (Loi littoral et ENS) **B**
- ⇒ **Schéma d'aménagement et de protection de l'environnement B**
- ⇒ **Schéma de la mise en valeur de la mer du Golfe du Morbihan**
- ⇒ **Paysage** (Sites mégalithique du Golfe du Morbihan) **B**
- ⇒ **DCSMM B**

B : Bibliographie



Synthèse, évaluation des incidences potentielles, propositions de recommandations



Participants : CD56, DDTM-DML, Association « Paysages de Mégalithes »

WP 1 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement

WP 1.5 – Etat et caractérisation du milieu humain

- ⇒ **Zones maritimes réglementées B**
- ⇒ **Navigation maritime B**
 - * Commerce, Militaire, Transport de passagers
 - * Pêche, Plaisance, Plongée sous marine
- ⇒ **Sécurité maritime** (acteurs & outils; accidents & pollutions) **B**
- ⇒ **Activité de pêche** (professionnelle & amateur) **B**
- ⇒ **Autres usages maritimes** (concessions et cultures marines) **B**
- ⇒ **Caractéristiques territoriales B**
 - * Organisation administrative
 - * Population et occupation des sols
 - * Fréquentation touristique
 - * Activités touristiques & de loisirs
 - * contexte énergétique

B : Bibliographie



Synthèse, évaluation des incidences potentielles



Participants : CD56, DDTM-DML, PNR, Vannes Agglomération, CDPM56, Compagnies maritimes, UNAN56, CRCBS, Concédants ports, Concessionnaires Ports

WP 2 – Perception et concertation avec les acteurs et les usagers autour de la mise en place d'un parc hydrolien dans le Golfe

Enquête de perception du projet

⇒ Auprès des usagers et des partenaires



Participants : CD56, PNR, SDEM

Equipe du Projet :

1 MCF

1 Post-Doc

2,5 Ing d'études

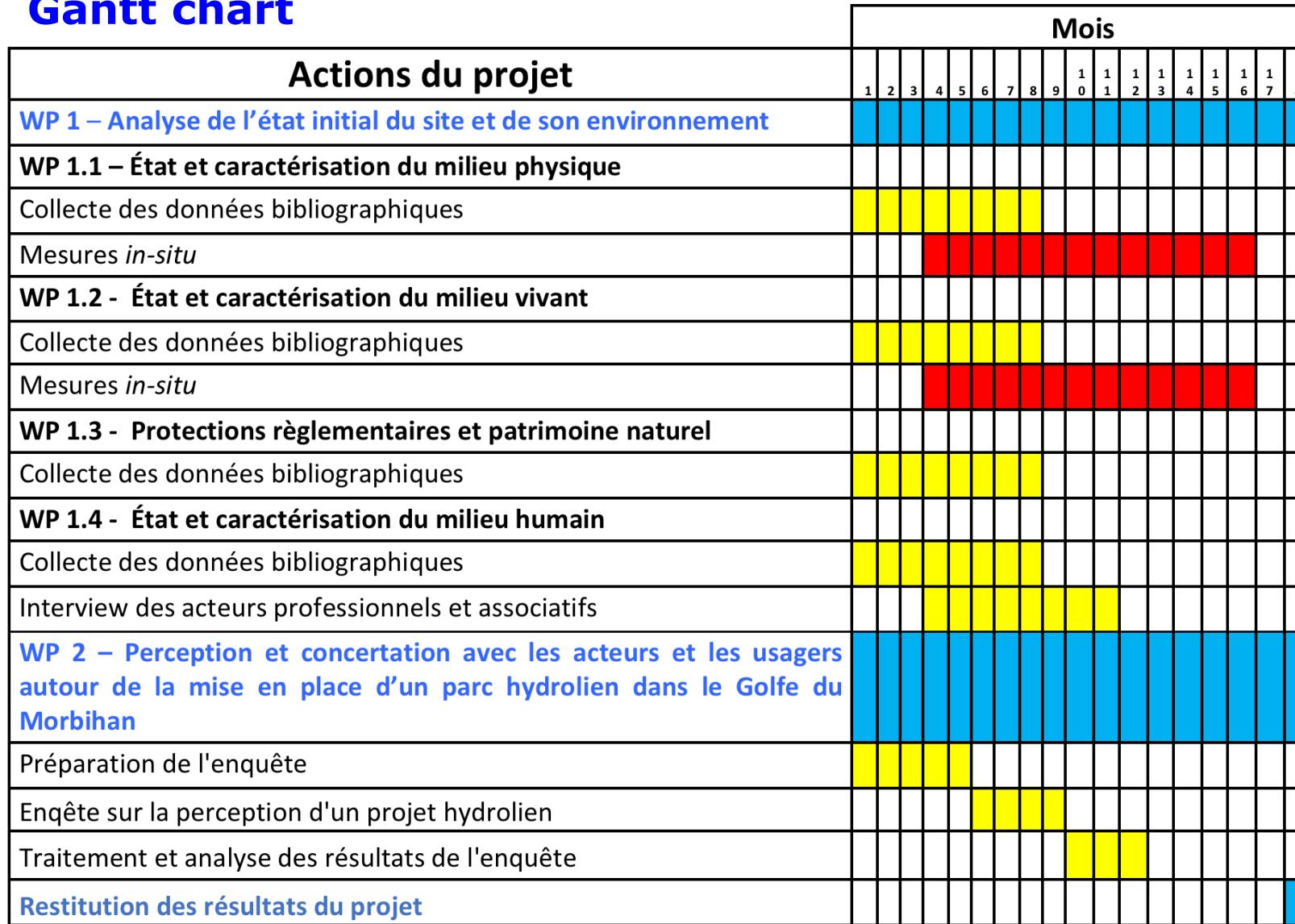
2 Stages M2

2 sous-traitants (SHOM et Quiet-Oceans,...)

Autres partenaires (*Univ Rennes 1, Univ Huelva, UBO, ...*)

Durée du projet: 18 mois

Gantt chart



Programme des COPIL

1^{er} COPIL de lancement

11 octobre 2016

2^{ème} COPIL

avril 2017

3^{ème} COPIL

octobre 2017

4^{ème} COPIL – Restitution

avril 2018