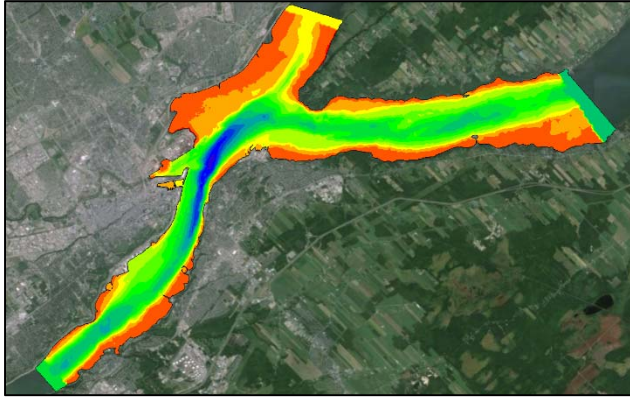
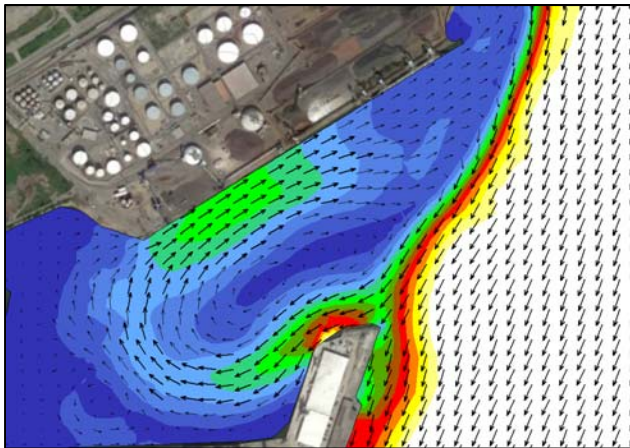




**PORT DE QUÉBEC
PROJET D'AMÉNAGEMENT D'UN QUAI
MULTIFONCTIONNEL EN EAU PROFONDE
SECTEUR BEAUPORT**

**VALIDATION DES HYPOTHÈSES DE
MODÉLISATION 2D**

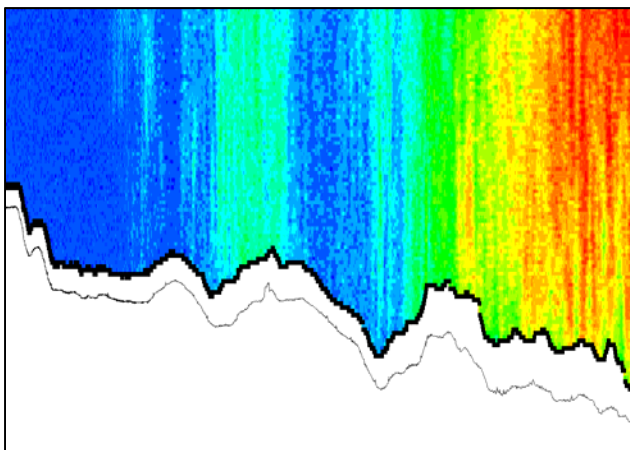
**VOLUME 1 : QUAI 53 ET POINTE DE
BEAUPORT**



RAPPORT 0089 (VOL. 1)

Préparé pour :

Administration portuaire de Québec



12 septembre 2016

**PORT DE QUÉBEC – PROJET D’AMÉNAGEMENT D’UN QUAI
MULTIFONCTIONNEL EN EAU PROFONDE – SECTEUR BEAUPORT
VALIDATION DES HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION 2D
Volume 1 – Quai 53 et pointe de Beauport**

RAPPORT TECHNIQUE

R.0089 (Vol. 1)

Préparé pour:

Administration portuaire de Québec
Québec

Préparé par:

Lasalle | NHC
Québec

12 septembre 2016

Préparé par:

<Originale signée par>

<Originale signée par>

Marc Villeneuve, ing., M. ing. OIQ 46139

Nicolas Gallant, ing. Jr., M. ing. OIQ 5047189

Président Lasalle|NHC

Ingénieur junior Lasalle|NHC

CLAUSE DE LIMITATION DE RESPONSABILITÉ.

Ce document a été préparé par Lasalle|NHC de façon conforme aux bonnes pratiques d'ingénierie et est destiné à l'usage exclusif de l'Administration portuaire de Québec. Le contenu de ce document ne peut être appliqué ou utilisé, en tout ou en partie, par ou à l'avantage d'autres parties sans l'autorisation écrite de Lasalle|NHC. Aucune autre garantie, expresse ou tacite, n'est accordée.

Lasalle|NHC et ses directeurs, associés, employés et mandataires n'assument aucune responsabilité à l'utilisation ou au recours du présent document ou de son contenu par des parties autres que **l'Administration portuaire de Québec.**

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	1
2. ANALYSE DES MESURES DE TERRAIN.....	2
2.1 Méthodologie	2
2.2 Analyse des résultats	4
3. VALIDATION DU MODÈLE NUMÉRIQUE BIDIMENSIONNEL.....	5
3.1 Description sommaire du modèle numérique.....	5
3.2 Validation des niveaux d'eau	7
3.3 Validation des courants	8
4. CONCLUSION	9

Annexe A – Analyse des mesures de terrain

Annexe B – Validation du modèle bidimensionnel

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1: Position des relevés (transects) de vitesses à l'ADCP de juin 2015	2
Figure 2.2: Carte des vitesses relevées dans le profil ADCP (exemple)	3
Figure 2.3: Écart-type et moyenne des vitesses sur la verticale (exemple).....	3
Figure 2.4: Profils verticaux de la vitesse et de la direction des courants (exemple).....	4
Figure 3.1 : Emprise et bathymétrie du modèle numérique	6
Figure 3.2: Validation des niveaux d'eau du modèle numérique à la station Vieux-Québec.....	7
Figure 3.3: Comparaison entre les courants prédits par le modèle numérique et ceux mesurés par l'ADCP.....	8

1. INTRODUCTION

L'Administration portuaire de Québec (APQ) poursuit actuellement son projet d'aménagement d'un quai multifonctionnel en eau profonde dans le secteur Beauport, qui implique notamment la mise en place de deux nouveaux postes à quai.

Au cours des dernières années, Lasalle | NHC a réalisé plusieurs études portant sur l'impact hydraulique du nouveau projet et sur les conditions hydro-sédimentaires qui prévaudront le long de la plage bordant la nouvelle zone récréotouristique adossée aux installations portuaires. Ces études s'appuyaient sur l'utilisation de modèles numériques bidimensionnels supposant, en tout point de la zone d'étude, une vitesse d'écoulement intégrée sur la verticale (i.e. ne variant pas avec la profondeur). Cette hypothèse est courante pour la modélisation des écoulements qui ne sont pas stratifiés par des effets densimétriques et où les variations de la bathymétrie sont trop faibles pour induire des gradients de vitesse sur la verticale.

Suite au dépôt par l'APQ de ses études portant sur le nouvel aménagement, les diverses agences gouvernementales concernées par l'impact environnemental du projet ont posé des questions liées à la validité de l'hypothèse d'un écoulement bidimensionnel. En effet, Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), Pêches et Océans Canada (MPO) et le Ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques du Québec (MDDELCC) désiraient « connaître les risques de modifications des courants observés dans la colonne d'eau » et les écarts potentiels entre les « courants de surface et de fond ». Ces agences soulignaient que ces écarts pouvaient avoir leur importance, notamment pour évaluer l'impact du projet sur « les patrons d'utilisation des habitats par les poissons » et « la dynamique hydro-sédimentaire ».

Pour répondre à ces questions, l'APQ désire aujourd'hui confirmer la validité de cette hypothèse d'un écoulement bidimensionnel pour la zone à l'étude. Pour ce faire, l'APQ a mis à la disposition de Lasalle | NHC des relevés de vitesses effectués par la firme Englobe à l'aide d'un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) dans le secteur Beauport, en juin 2015 ainsi qu'en août 2016. Le présent rapport porte sur l'analyse des relevés de juin 2015, qui ont été effectués au large du quai 53 et de la pointe de Beauport. Les relevés plus récents d'août 2016, effectués dans la baie de Beauport et l'estuaire de la rivière Saint-Charles, seront présentés dans le Volume 2 de ce rapport.

Le présent rapport est divisé en deux sections. La section 2 traite de la question de la variabilité de la vitesse d'écoulement sur l'axe vertical en présentant une analyse détaillée des vitesses relevées à l'ADCP. La section 3 utilise ensuite ces données de courantométrie en vue de valider les résultats fournis par le modèle numérique 2D.

2. ANALYSE DES MESURES DE TERRAIN

2.1 Méthodologie

Les relevés de vitesses à l'ADCP effectués durant la campagne de mesure de juin 2015 ont été analysés afin de caractériser la variabilité de la vitesse et de la direction des courants en fonction de la profondeur. Sur la base des données disponibles, quatre cas ont été étudiés : les courants de marée au flot, au jusant, à marée basse ainsi qu'à marée haute¹. Pour chacun de ces cas, six transects (sections-en travers) avaient été sondés à l'ADCP (figure 2.1).

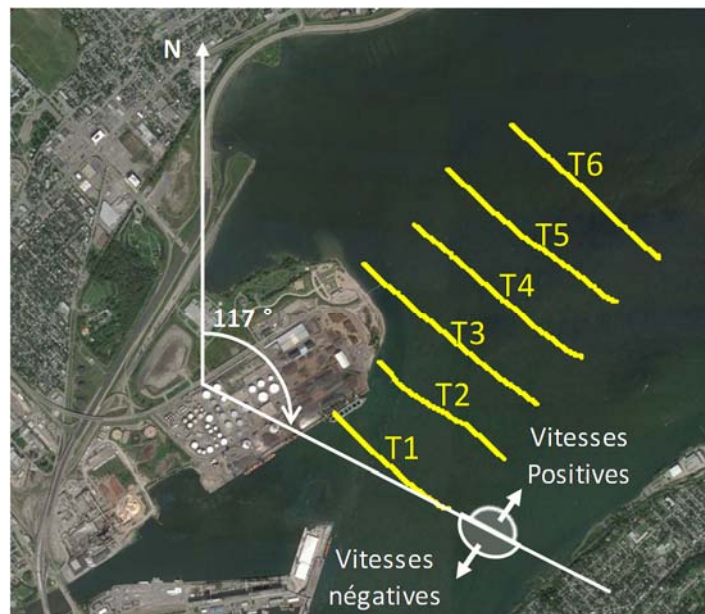


Figure 2.1: Position des relevés (transects) de vitesses à l'ADCP de juin 2015

L'analyse détaillée des mesures de terrain est présentée aux figures de l'annexe A. La documentation des vitesses dans les six transects pour quatre états de la marée conduit à un total de 24 figures. Sur chacune des figures, la variabilité verticale des vitesses est analysée de trois façons :

- Carte couleur des vitesses du profil (transect) relevé à l'ADCP ;
- Écart-type des vitesses d'écoulement obtenu sur la verticale le long du profil ADCP, comparé à la vitesse moyenne calculée sur l'axe vertical ;
- Deux profils verticaux de la vitesse et de la direction des courants obtenus à chacune des extrémités du transect considéré.

Les figures 2.2 à 2.4 présentent des exemples de chacun de ces types de résultats pour les mesures effectuées au flot dans le transect 1.

¹ Le *flot* est un terme maritime qualifiant la période pendant laquelle la marée est montante. Le *jusant* correspond plutôt à la période pendant laquelle la marée est descendante. Le courant de marée généré par la marée montante est appelé le courant de *flot*. Le courant de *jusant* est le courant créé par la marée descendante.

Il est à noter que pour les résultats a) et b), les vitesses sont considérées positives lorsque dirigées vers l'aval et négatives lorsque dirigées vers l'amont. L'axe délimitant l'amont et l'aval correspond à une ligne d'azimut 117 degrés, illustrée sur la figure 2.1. Notons également que seules les vitesses horizontales (x,y) fournies par l'ADCP sont considérées dans l'analyse, les vitesses verticales (en z) étant négligeables.

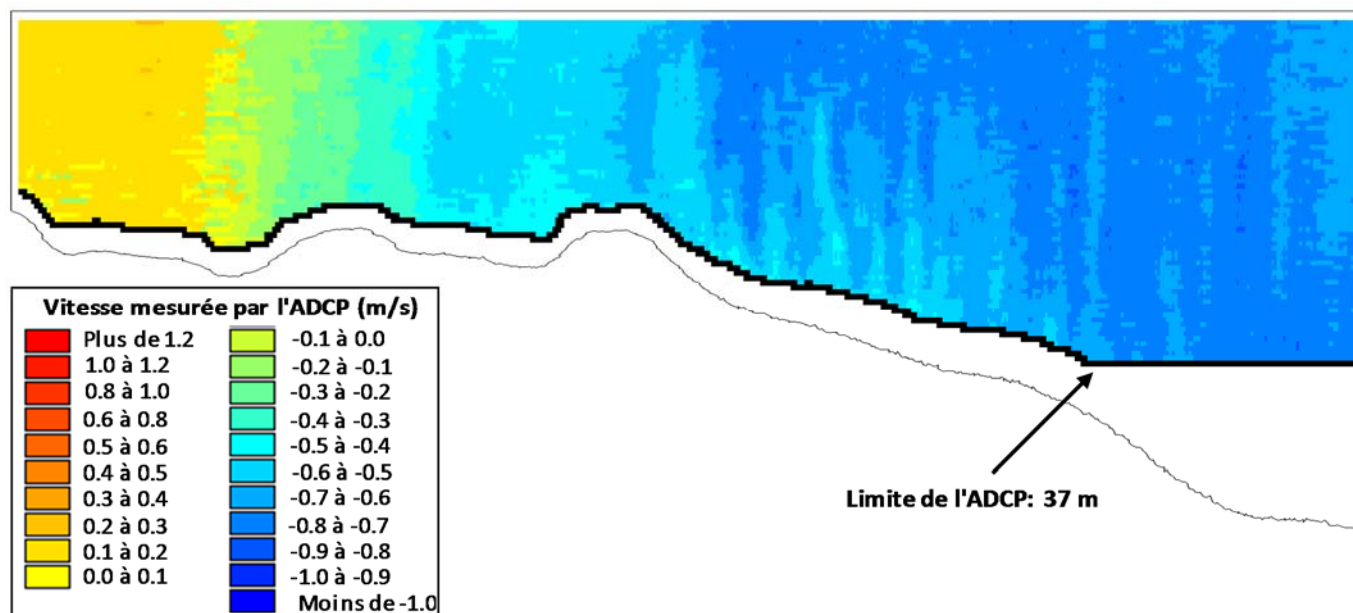


Figure 2.2: Carte des vitesses relevées dans le profil ADCP (exemple)
Courants de marée au flot – Transect 1

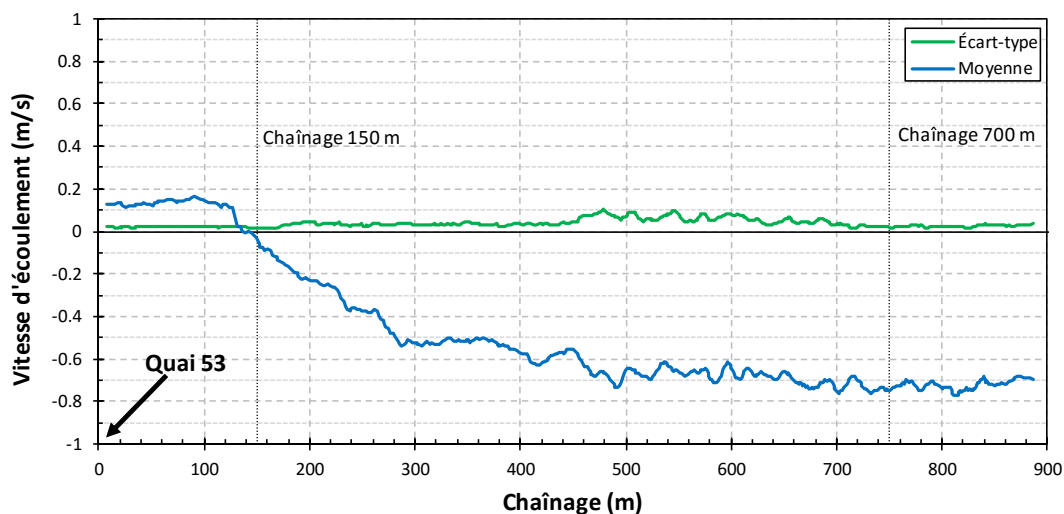


Figure 2.3: Écart-type et moyenne des vitesses sur la verticale (exemple)
Courants de marée au flot – Transect 1

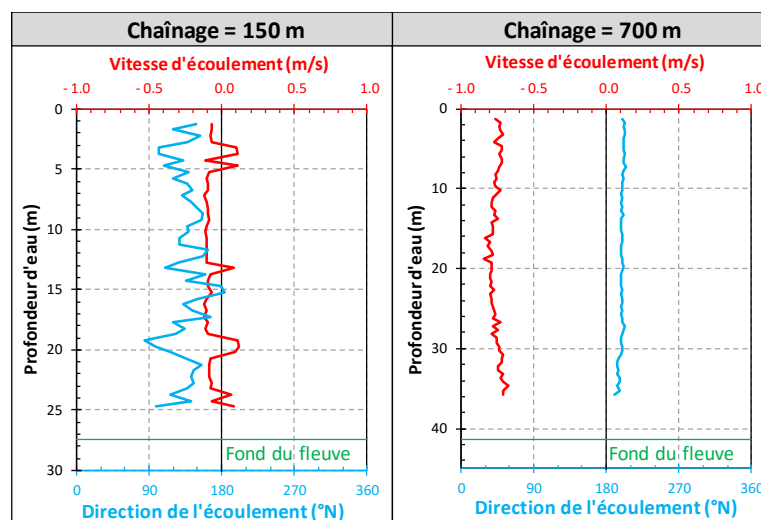


Figure 2.4: Profils verticaux de la vitesse et de la direction des courants (exemple)
Courants de marée au flot – Transect 1

2.2 Analyse des résultats

Pour l'ensemble des figures de l'annexe A, l'analyse des mesures de courantométrie à l'ADCP révèle clairement une très faible variabilité des vitesses et directions des courants sur la verticale.

Les cartes en couleurs des vitesses relevées sur l'ensemble d'un transect montrent évidemment des changements le long de l'axe de déplacement de l'ADCP, qui témoignent des variations spatiales et temporelles de la vitesse des courants de marée. Toutefois, à un point et un instant donnés (i.e. sur un axe vertical le long du profil ADCP), les variations de vitesses sont toujours très faibles (voir exemple à la figure 2.2).

Le calcul de l'écart-type des vitesses obtenu sur la verticale, en chaque point ou instant des relevés ADCP, confirme cette variation négligeable des vitesses avec la profondeur. Pour l'ensemble des relevés, les figures de l'annexe A montrent un écart-type ne dépassant pratiquement jamais 0,10 m/s, avec des maximums de 0,2 m/s uniquement observé en présence des courants de marée les plus forts, qui sont de l'ordre de 1,0 m/s. La figure 2.3 illustre bien cette variabilité négligeable de la vitesse sur la verticale : l'écart-type est toujours de moins de 0,1 m/s, même en présence de courants de flot atteignant 0,75 m/s.

L'absence de toute stratification des courants est finalement confirmée par les profils verticaux des vitesses et directions des courants extraits aux deux extrémités de chacun des transects. À titre d'exemple, la figure 2.4 montre une variabilité pratiquement nulle des vitesses et directions des courants à l'une des extrémités du transect considéré (chaînage 700 m). Des variations plus importantes sont observées à l'amorce du profil (chaînage 150 m), mais uniquement parce que les vitesses à ce point sont très faibles et difficilement mesurables.

Pour l'ensemble des relevés à l'ADCP effectués en juin 2015 près de la pointe de Beauport, les figures de l'annexe A indiquent aucune variabilité significative des vitesses sur la verticale. L'hypothèse d'intégration verticale des vitesses, qui est sous-jacente à la modélisation bidimensionnelle, est donc tout à fait applicable pour la zone à l'étude.

3. VALIDATION DU MODÈLE NUMÉRIQUE BIDIMENSIONNEL

3.1 Description sommaire du modèle numérique

Les travaux de modélisation numérique hydro-sédimentaire effectués par Lasalle|NHC pour le Port de Québec reposent sur l'utilisation du logiciel commercial Mike 21 de la firme danoise DHI Water & Environment. Pour fin de comparaison avec les données mesurées par l'ADCP, une nouvelle simulation des courants de marée a été lancée pour la période de juin 2015 coïncidant avec les relevés.

Tel qu'illustrée sur la figure 3.1, le modèle numérique s'étend de la station marégraphique Irving en amont jusqu'aux stations Montmorency et Saint-Laurent en aval. Le modèle est ainsi assez étendu pour minimiser dans la zone d'étude (secteur Beauport) les imprécisions liées à la schématisation des courants aux limites du modèle et ces dernières correspondent à des emplacements pour lesquels des données sont disponibles pour les niveaux de marée.

Les niveaux d'eau imposés aux limites du modèle correspondent aux prédictions fournies par Pêches et Océans Canada aux stations marégraphiques correspondantes.

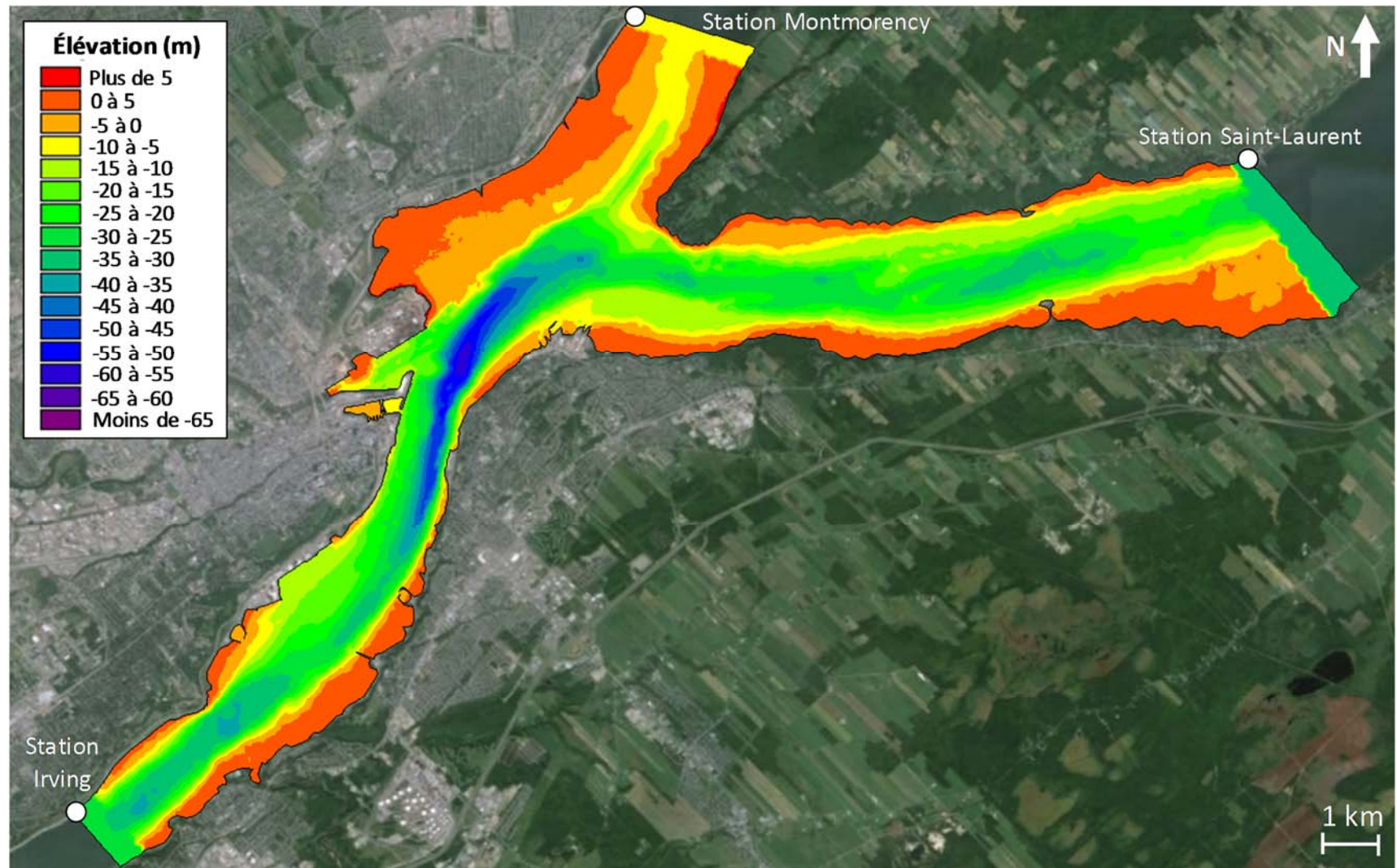


Figure 3.1 : Emprise et bathymétrie du modèle numérique

3.2 Validation des niveaux d'eau

Pour la période des relevés ADCP de juin 2015, la figure 3.2 illustre la comparaison des niveaux d'eau prédits par Pêches et Océans Canada à la station du Vieux-Québec avec les valeurs calculées au même endroit par le modèle numérique. La concordance des valeurs est excellente.

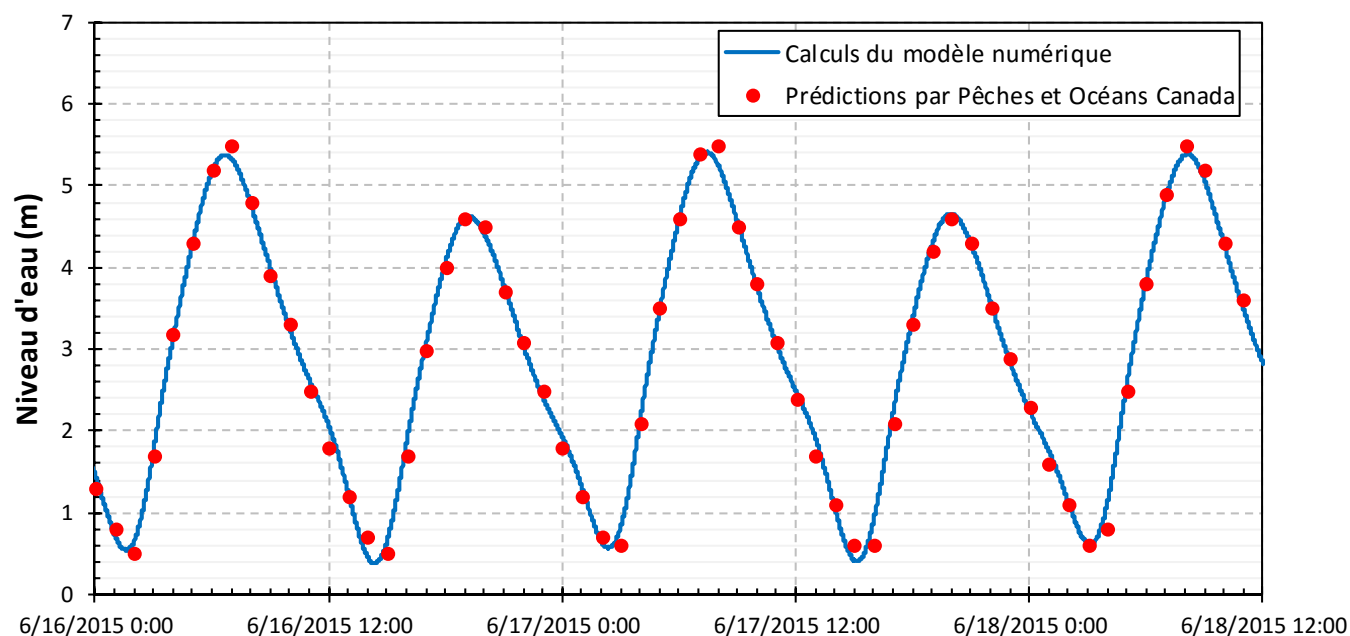


Figure 3.2: Validation des niveaux d'eau du modèle numérique à la station Vieux-Québec

3.3 Validation des courants

Les vitesses et directions de l'écoulement calculées par le modèle numérique ont été comparées avec celles mesurées par l'ADCP durant la campagne de mesure de juin 2015. L'analyse de la section 2 ayant clairement démontré une variabilité négligeable des courants sur la verticale, les vitesses et directions recueillies par l'ADCP en un point et un instant donnés ont été moyennées sur la verticale.

Conformément aux relevés de terrain, quatre états de la marée sont considérés pour la comparaison des courants : flot, jusant, marée basse et marée haute. Pour chacun de ces cas, les six transects mesurés par l'ADCP ont été comparés avec les résultats prédits par le modèle numérique. Les comparaisons de la vitesse et de la direction des courants mesurés et calculés sont présentées à l'annexe B.

La figure 3.3, qui illustre un exemple de ces comparaisons, montre une excellente concordance entre les courants prédits par le modèle et ceux mesurés sur le site, et ce tant en termes de vitesse que de direction.

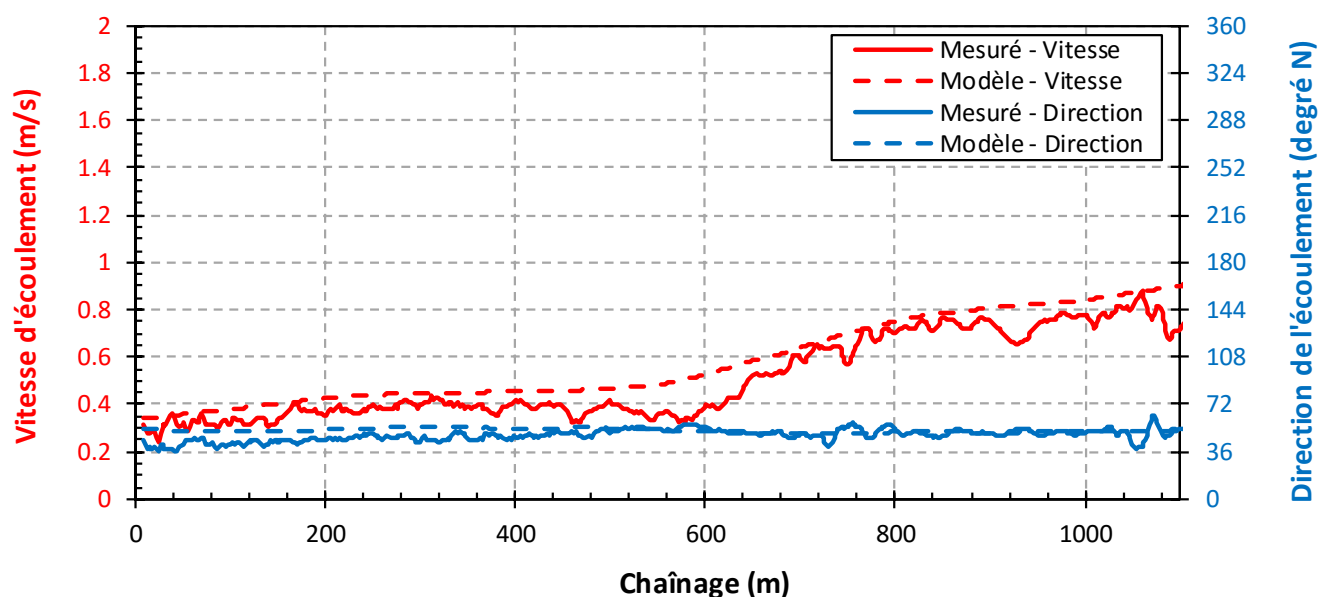


Figure 3.3: Comparaison entre les courants prédits par le modèle numérique et ceux mesurés par l'ADCP
Courants de marée de jusant – Transect 6

L'ensemble des résultats de l'annexe B indiquent clairement que le modèle numérique développé par Lasalle|NHC pour le port de Québec offre une très bonne représentativité des courants de marée observés sur le site.

4. CONCLUSION

Afin de valider l'utilisation d'un modèle numérique bidimensionnel dans l'ensemble de ses études des dernières années pour le Port de Québec, Lasalle | NHC a d'abord utilisé une série de relevés ADCP des courants de marée pour démontrer que la variabilité verticale des courants était négligeable et que l'utilisation d'un modèle 2D était tout à fait justifiée dans le secteur bordant le quai 53 et la pointe de Beauport.

Les données de courantométrie recueillies par ADCP en juin 2015, de même que les prédictions des niveaux de marée de Pêches et Océans Canada, ont également permis de valider le modèle numérique et de confirmer sa très bonne représentativité des niveaux et des courants de marée dans ce secteur.

ANNEXE A

ANALYSE DES MESURES DE TERRAIN

Annexe A – Analyse des mesures de terrain

Figure A-1.1 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 1

Figure A-1.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 2

Figure A-1.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 3

Figure A-1.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 4

Figure A-1.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 5

Figure A-1.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 6

Figure A-2.1 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusant – Transect 1

Figure A-2.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusant – Transect 2

Figure A-2.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusant – Transect 3

Figure A-2.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusant – Transect 4

Figure A-2.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusant – Transect 5

Figure A-2.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusant – Transect 6

Figure A-3.1 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 1

Figure A-3.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 2

Figure A-3.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 3

Figure A-3.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 4

Figure A-3.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 5

Figure A-3.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 6

Figure A-4.1 : n/d

Figure A-4.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 2

Figure A-4.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 3

Figure A-4.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 4

Figure A-4.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 5

Figure A-4.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 6

Courants de marée au flot - Transect 1

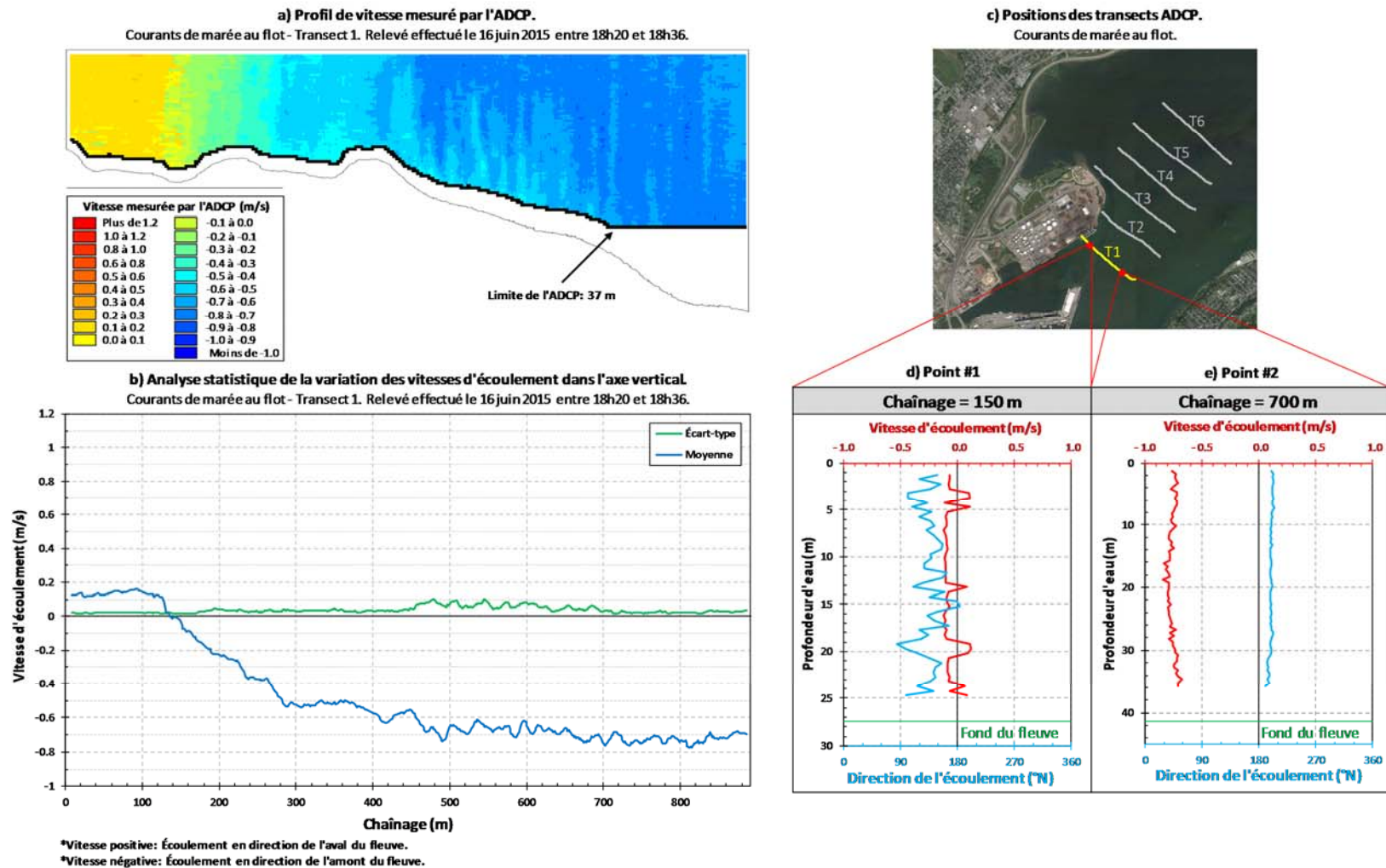


Figure A-1.1 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 1

Courants de marée au flot - Transect 2

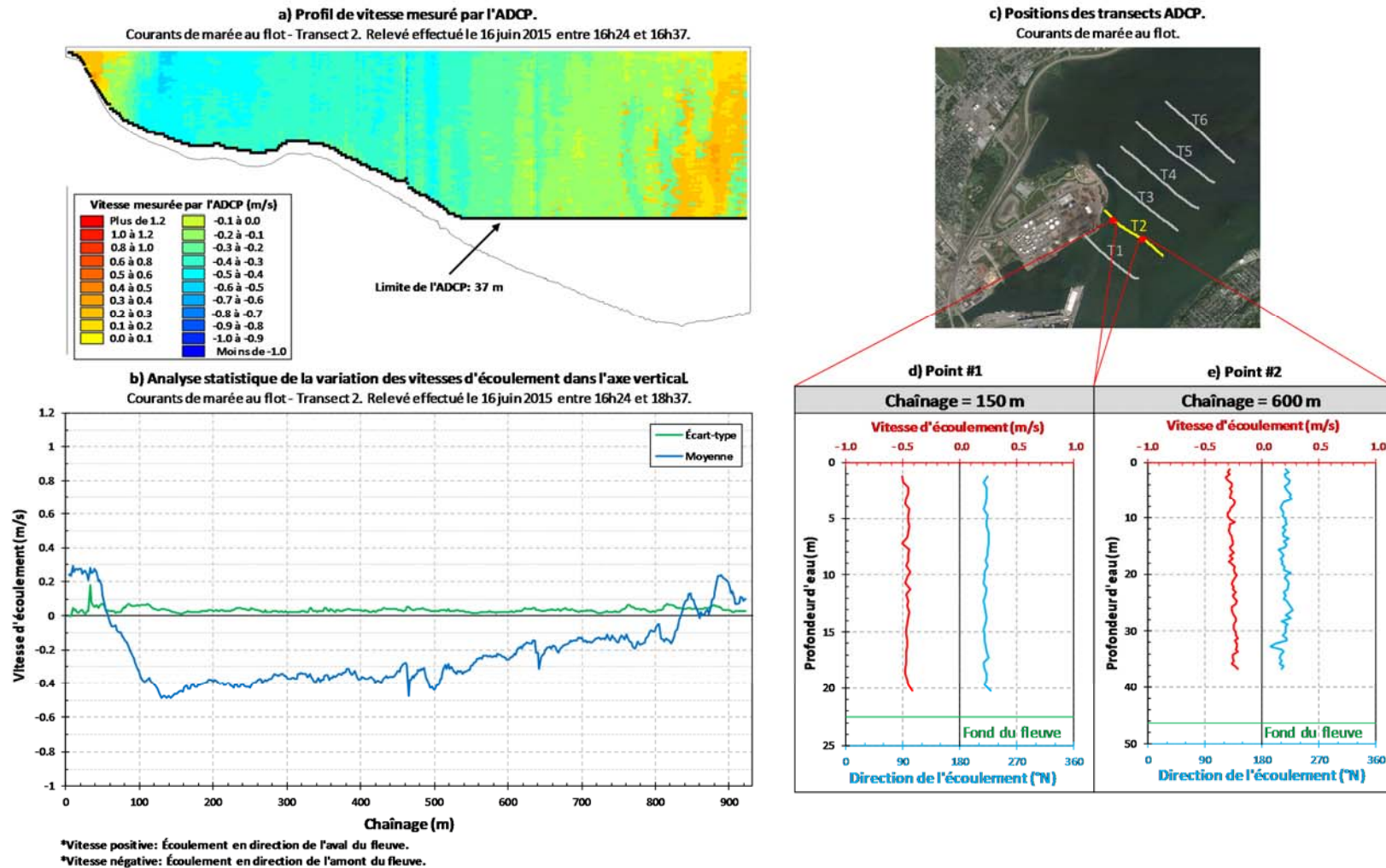


Figure A-1.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 2

Courants de marée au flot - Transect 3

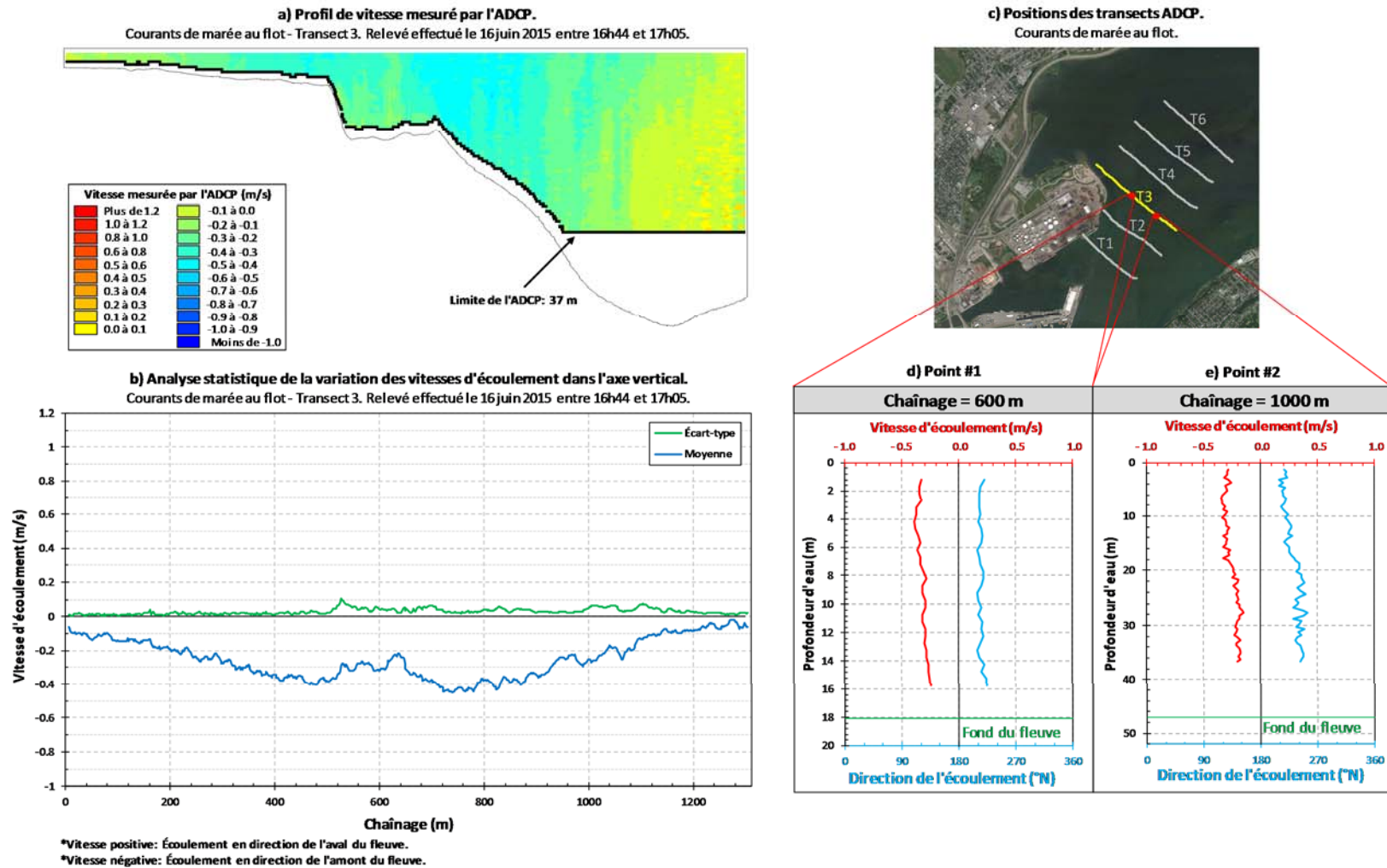


Figure A-1.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 3

Courants de marée au flot - Transect 4

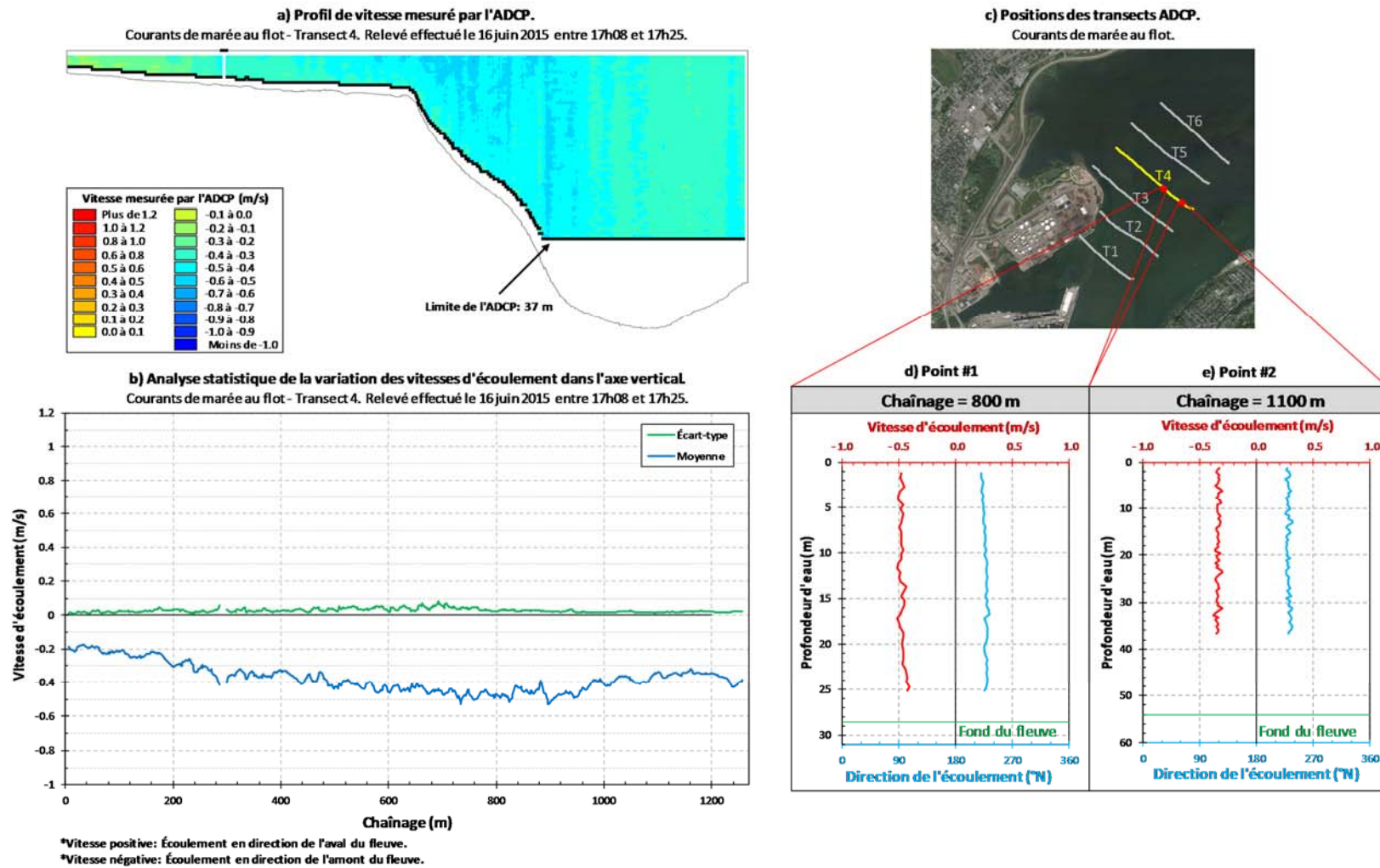


Figure A-1.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 4

Courants de marée au flot - Transect 5

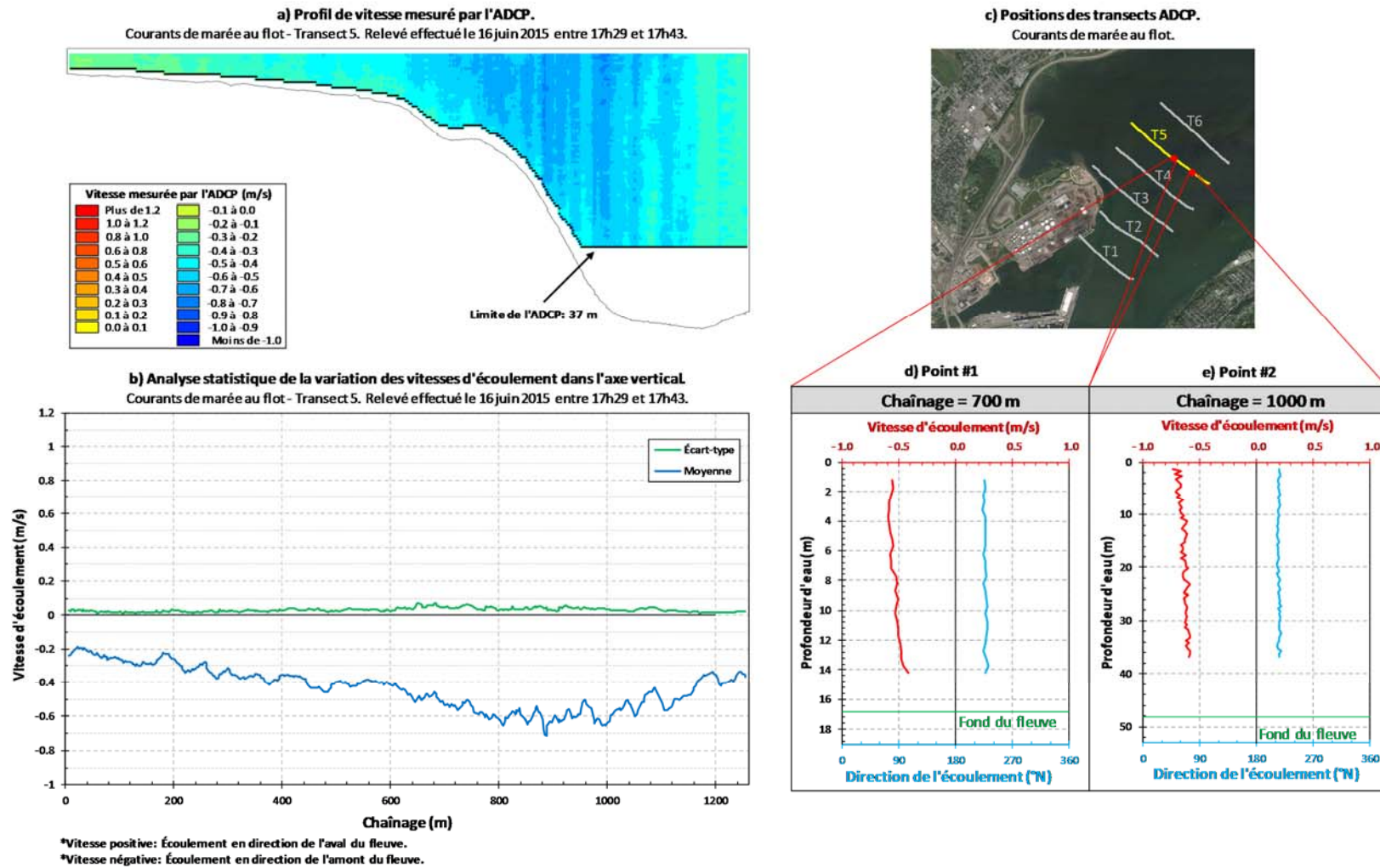


Figure A-1.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 5

Courants de marée au flot - Transect 6

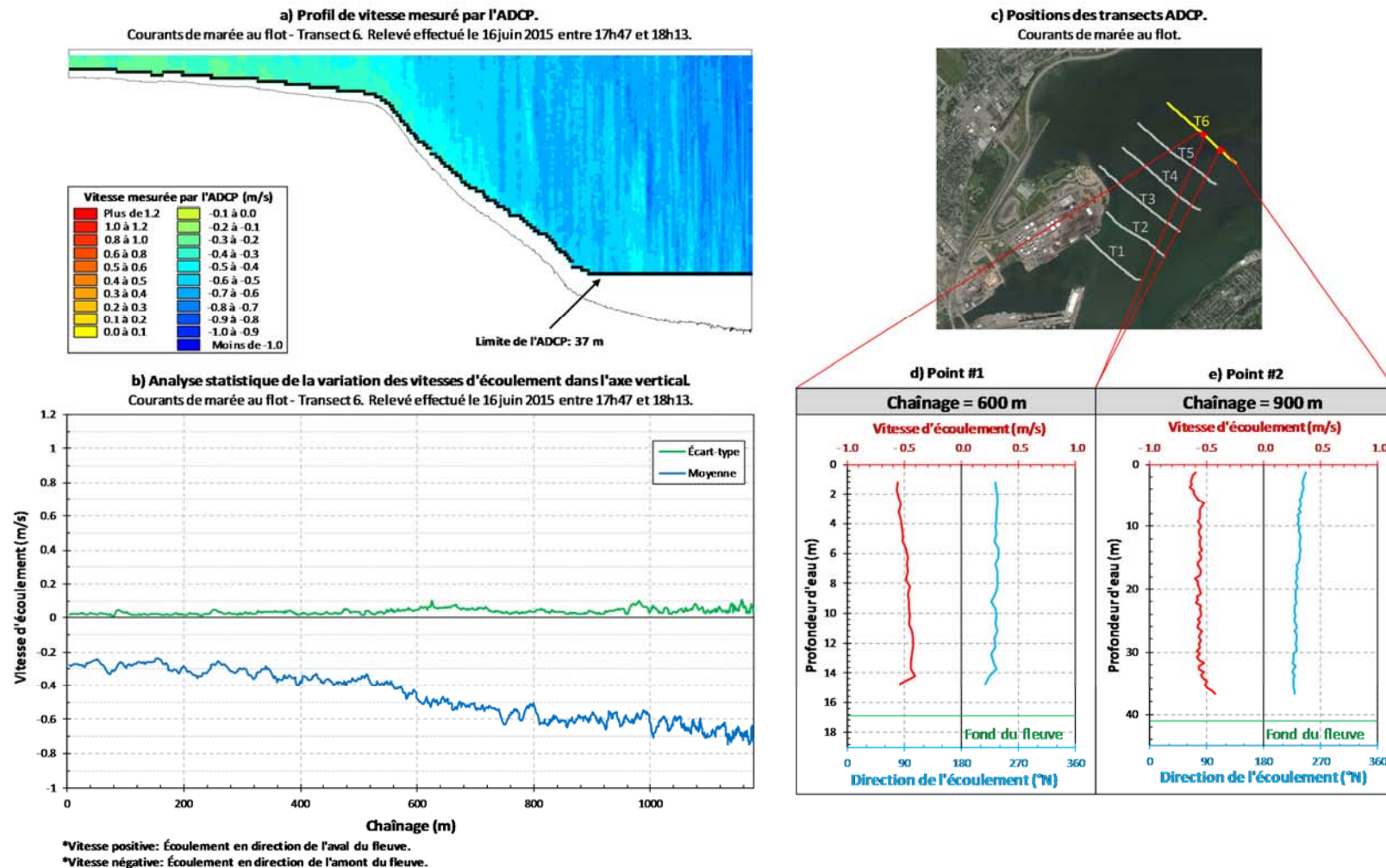


Figure A-1.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au flot – Transect 6

Courants de marée au jusan - Transect 1

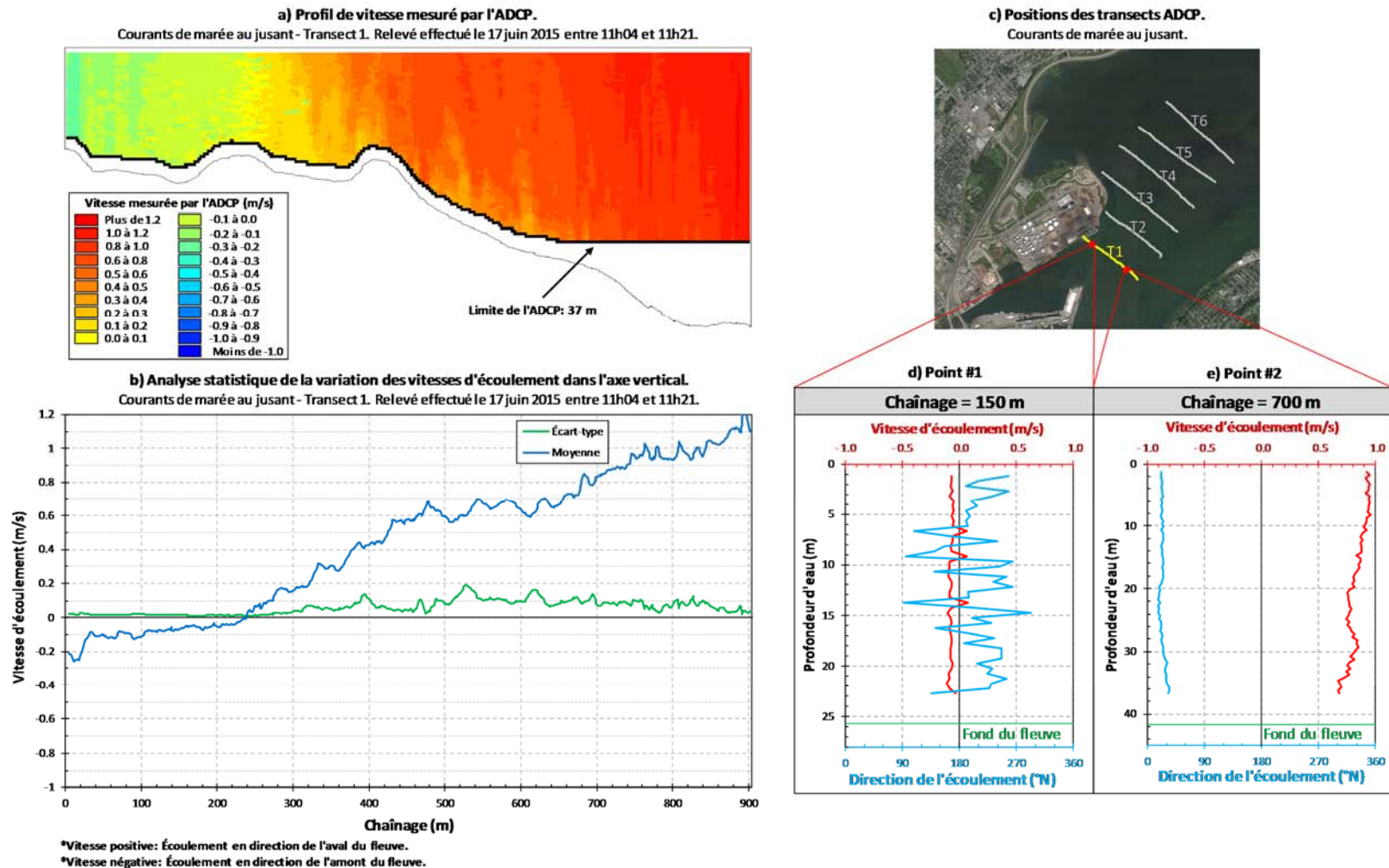


Figure A-2.1 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusan – Transect 1

Courants de marée au jusan - Transect 2

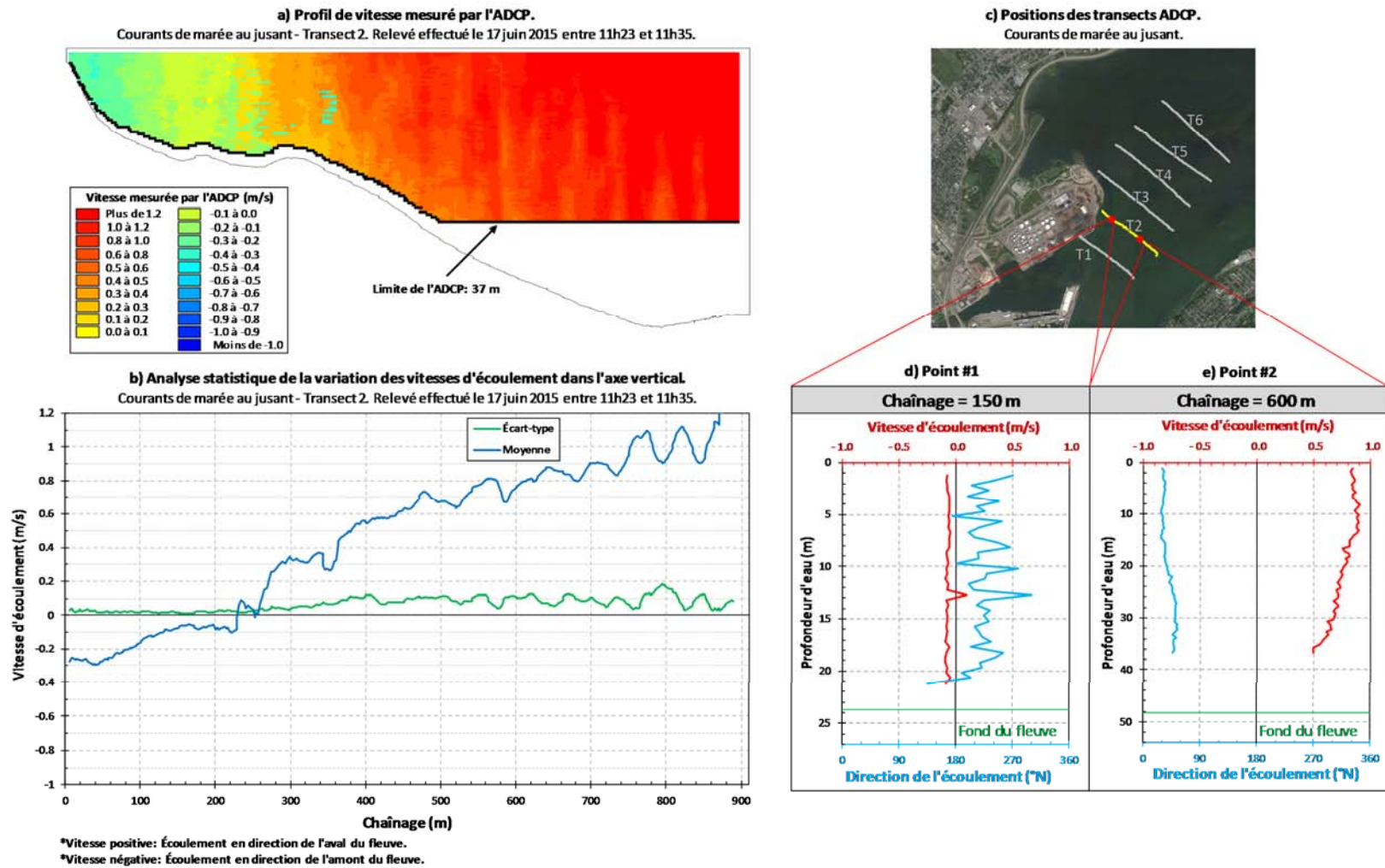


Figure A-2.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusan – Transect 2

Courants de marée au jusan - Transect 3

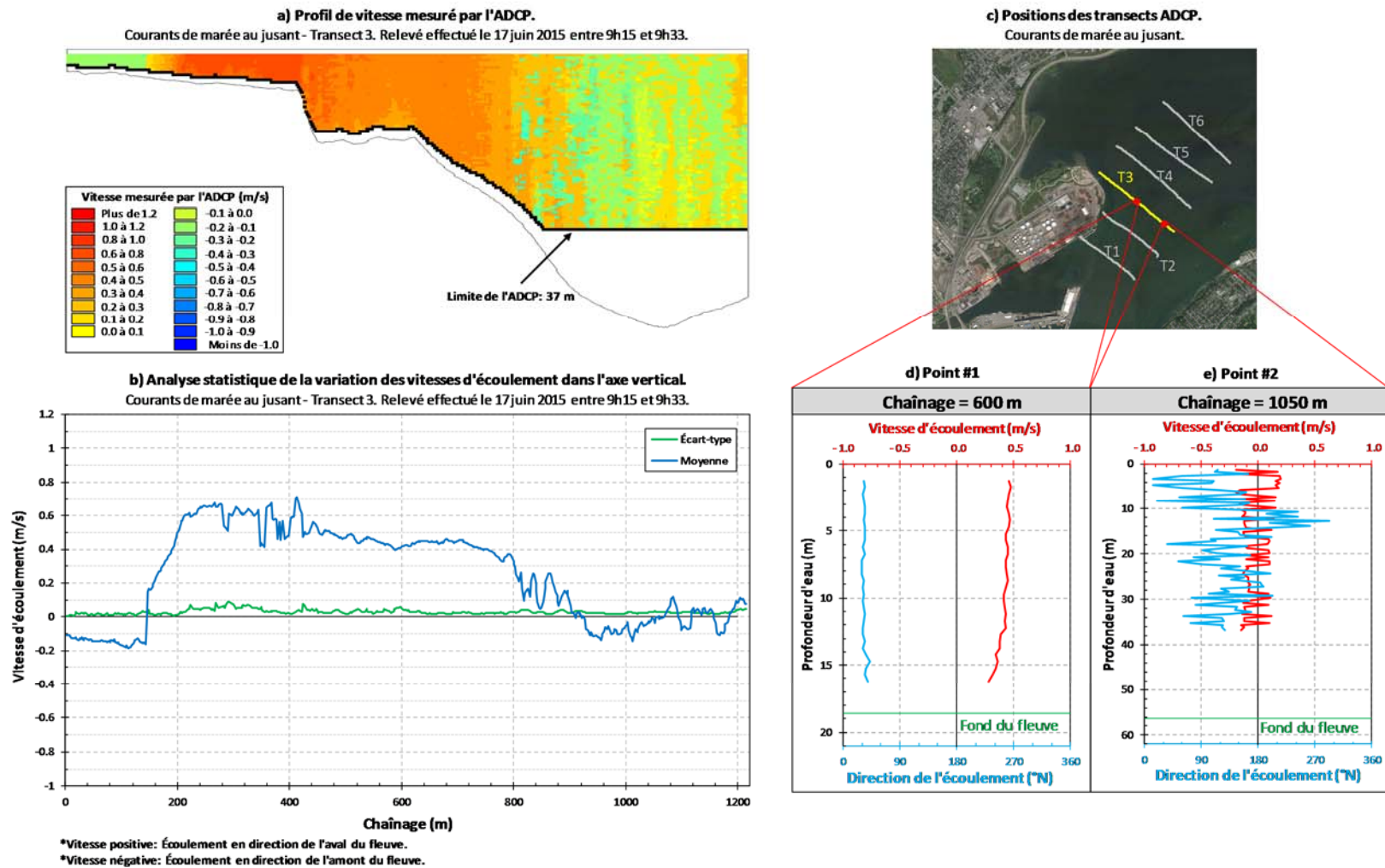


Figure A-2.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusan – Transect 3

Courants de marée au jusan - Transect 4

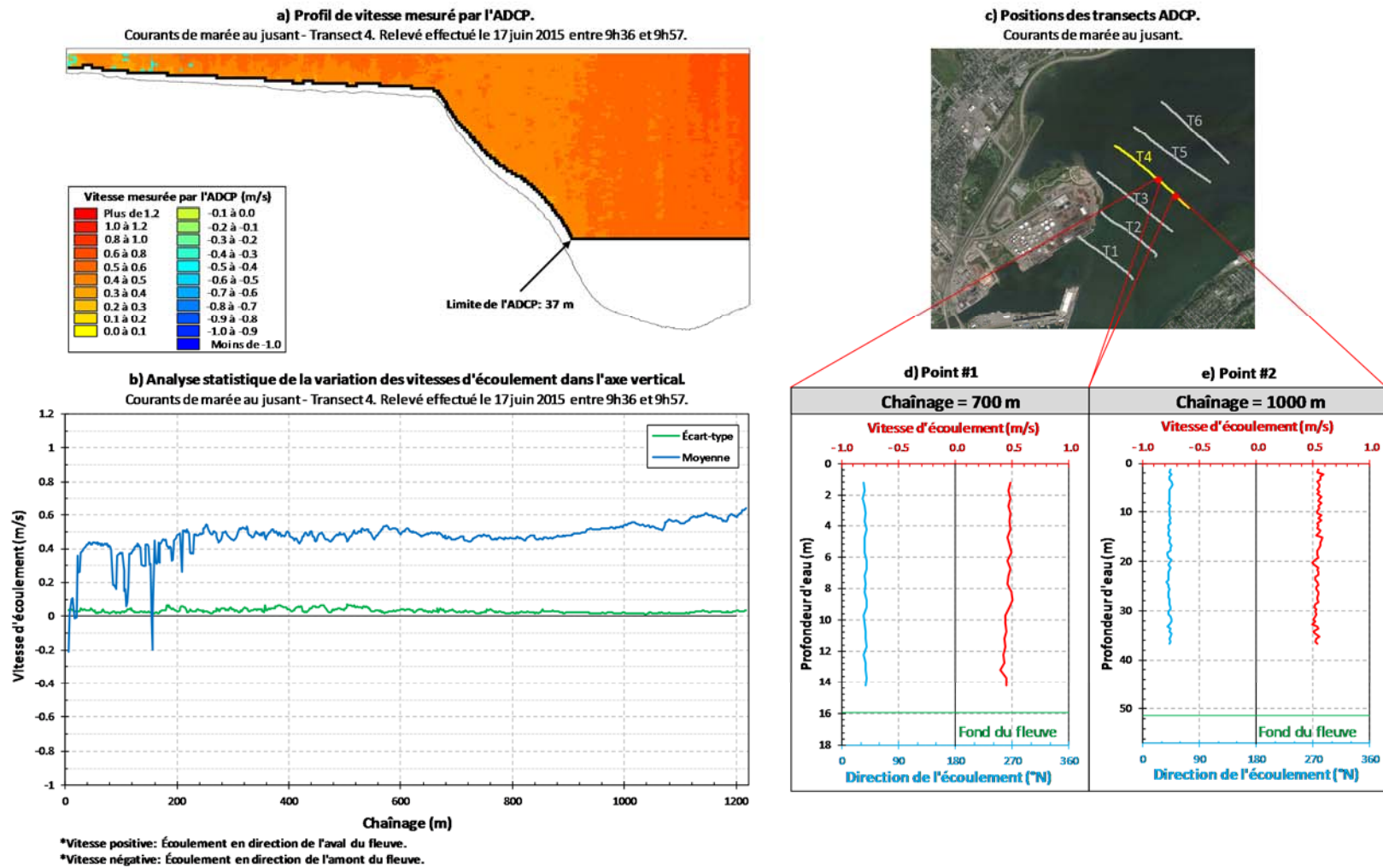


Figure A-2.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusan – Transect 4

Courants de marée au jusant - Transect 5

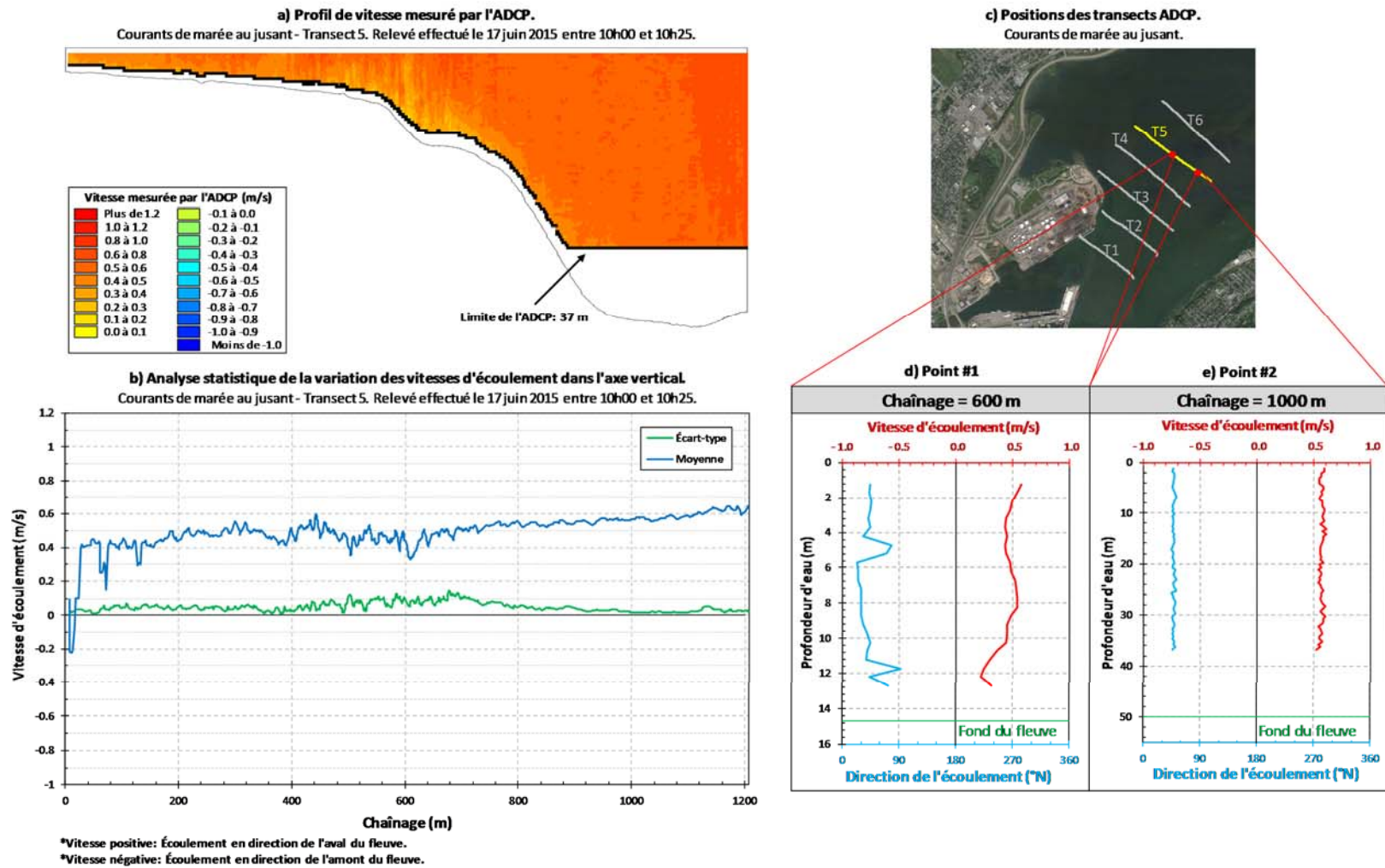


Figure A-2.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusant – Transect 5

Courants de marée au jusan - Transect 6

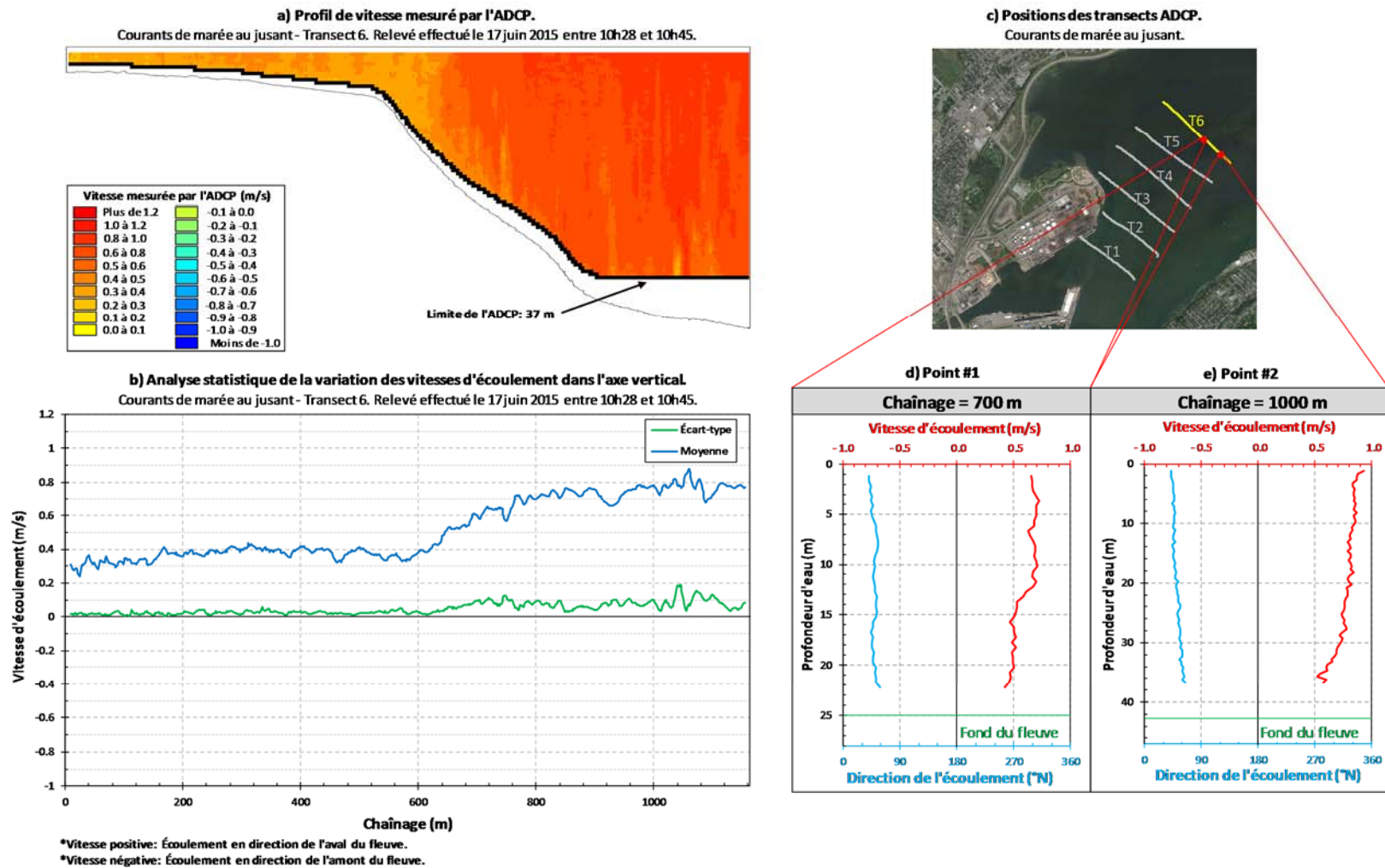


Figure A-2.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée au jusan – Transect 6

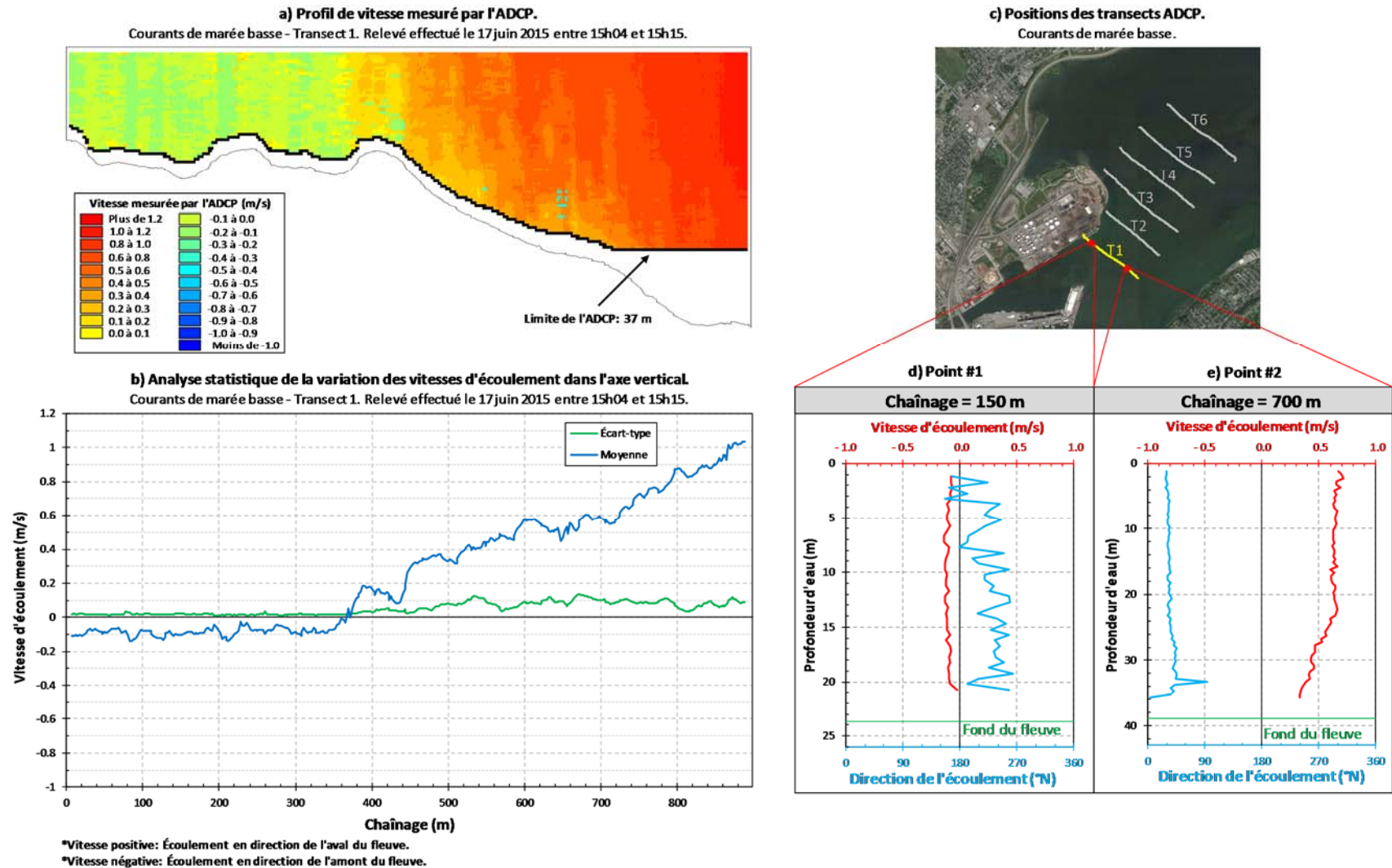


Figure A-3.1 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 1

Courants de marée basse - Transect 2

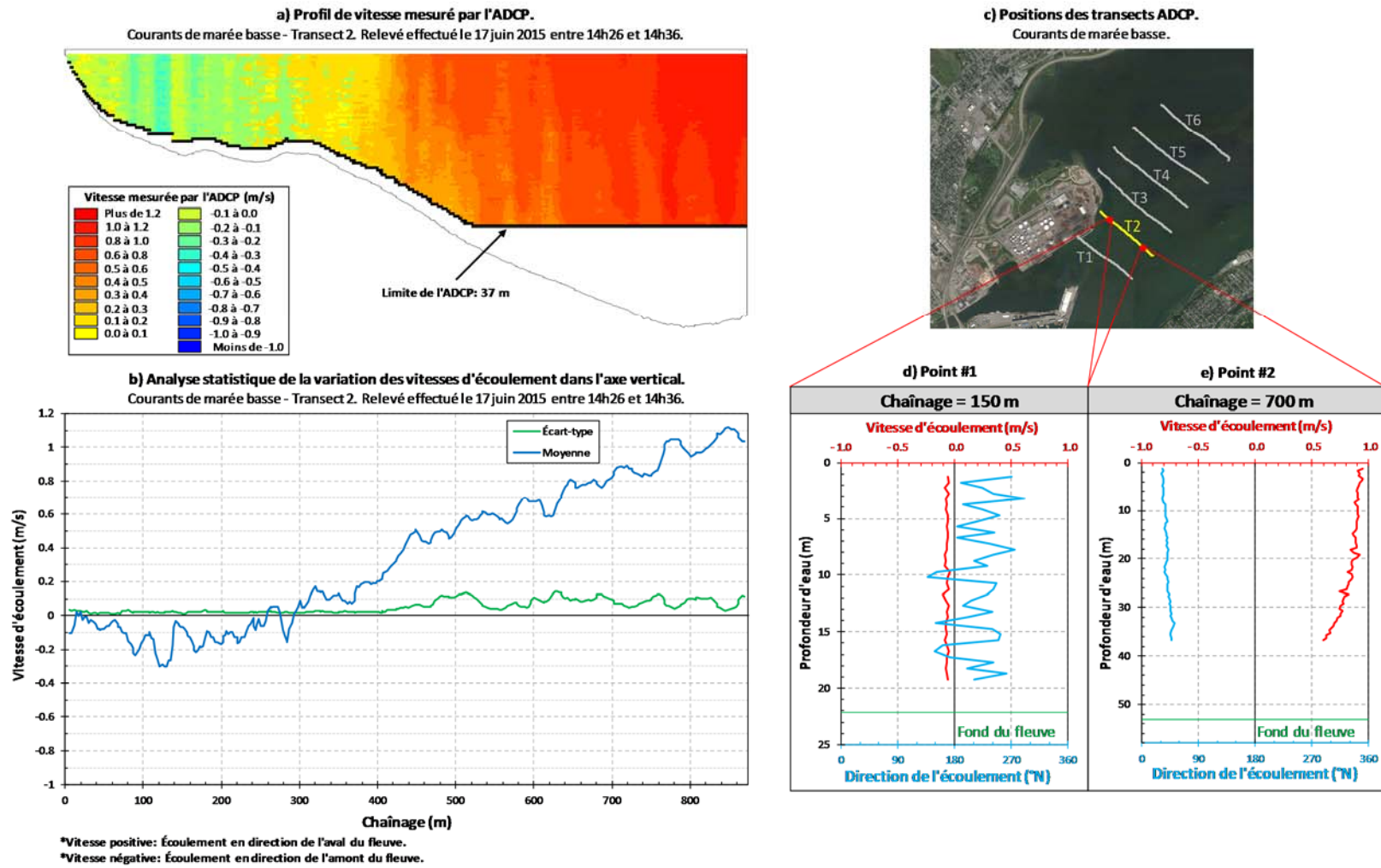


Figure A-3.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 2

Courants de marée basse - Transect 3

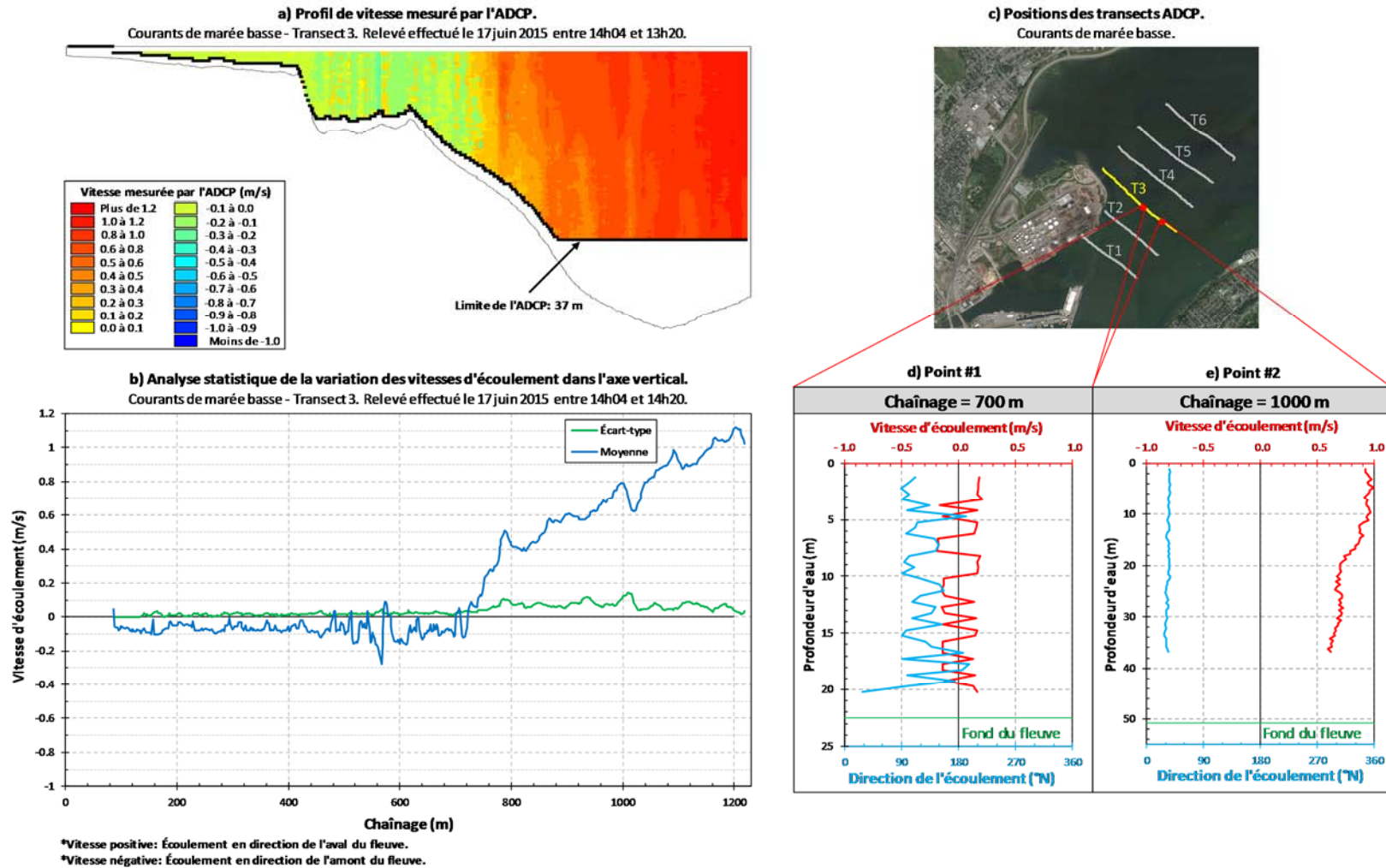


Figure A-3.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 3

Courants de marée basse - Transect 4

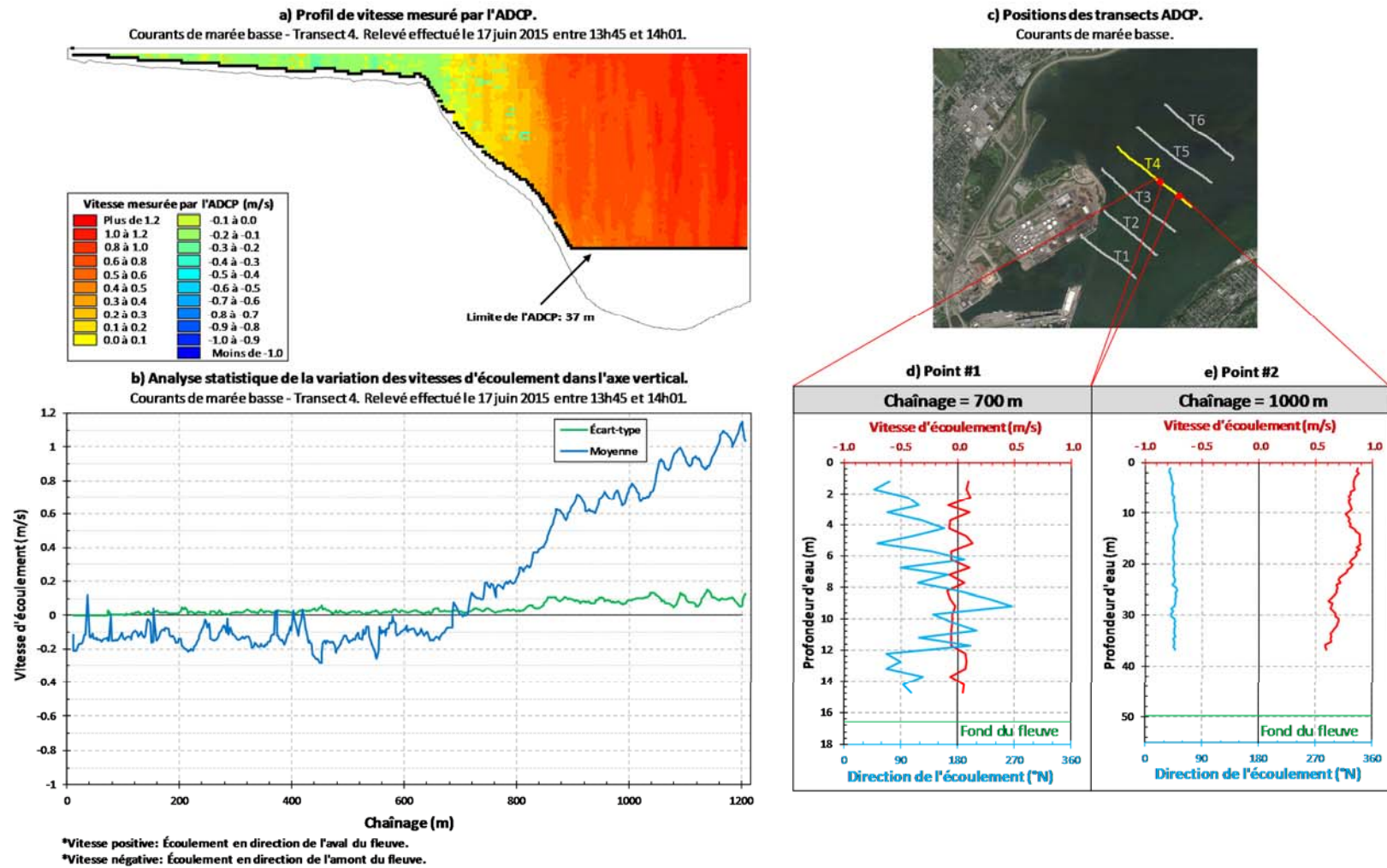


Figure A-3.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 4

Courants de marée basse - Transect 5

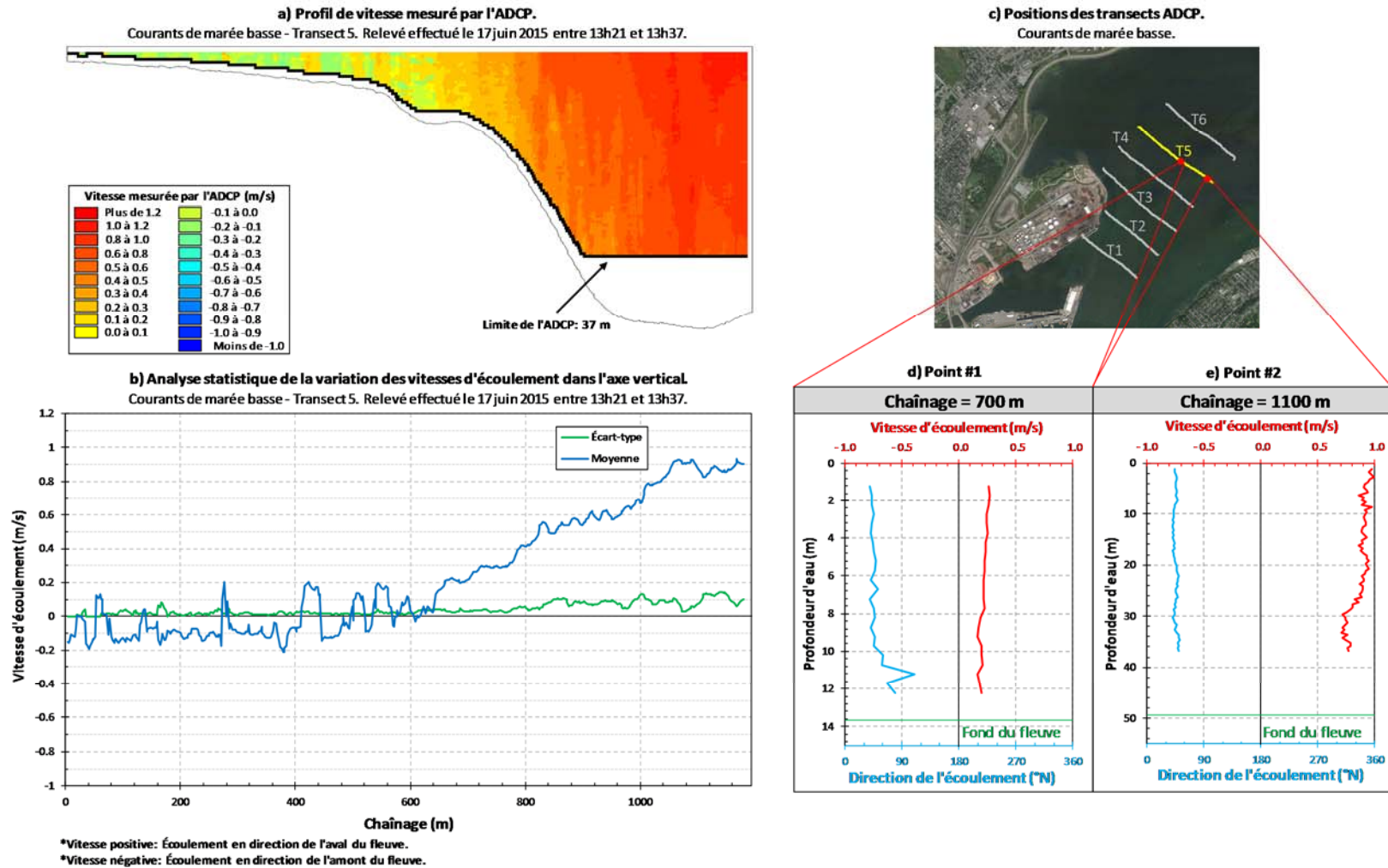


Figure A-3.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 5

Courants de marée basse - Transect 6

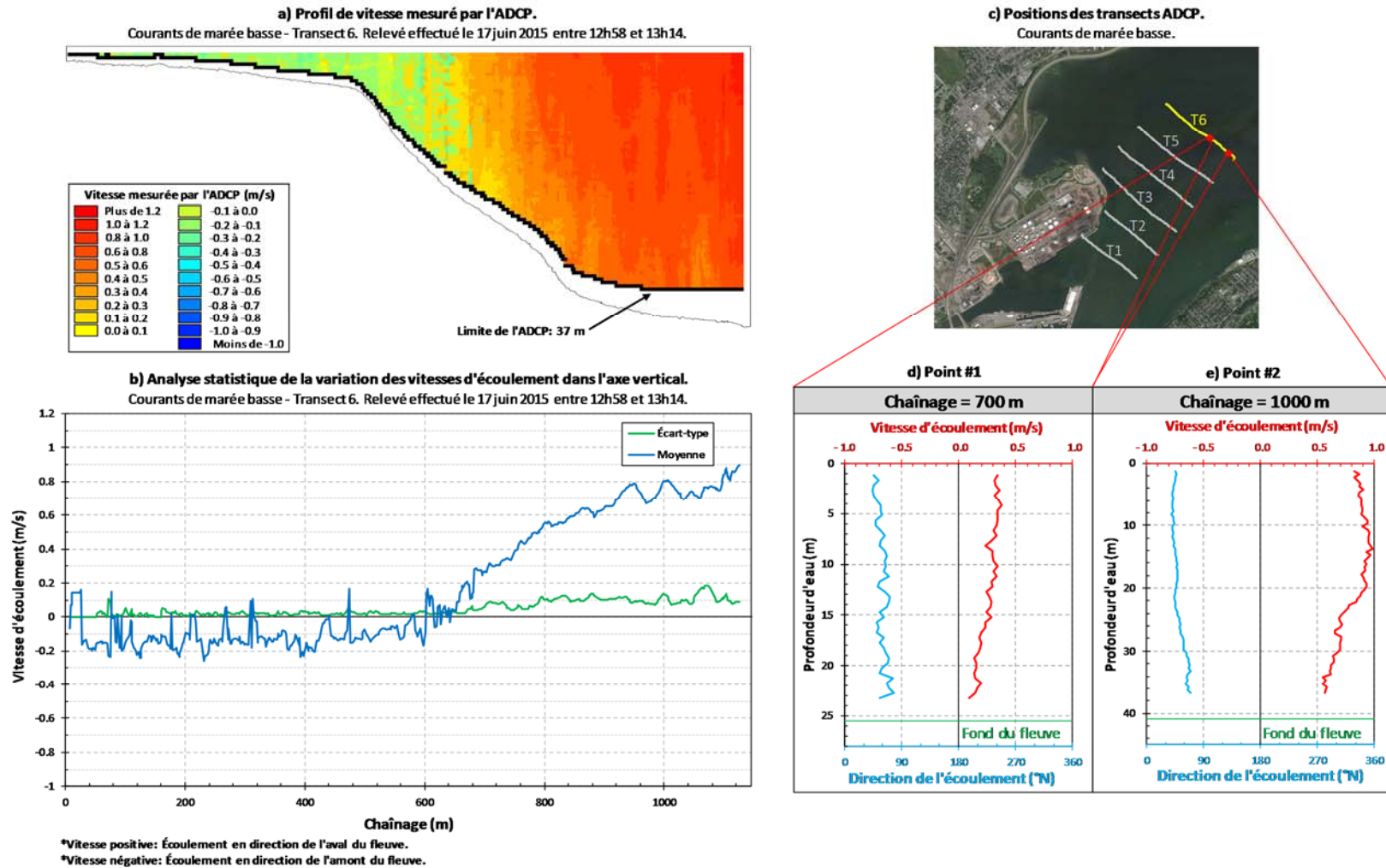


Figure A-3.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée basse – Transect 6

Courants de marée haute - Transect 2

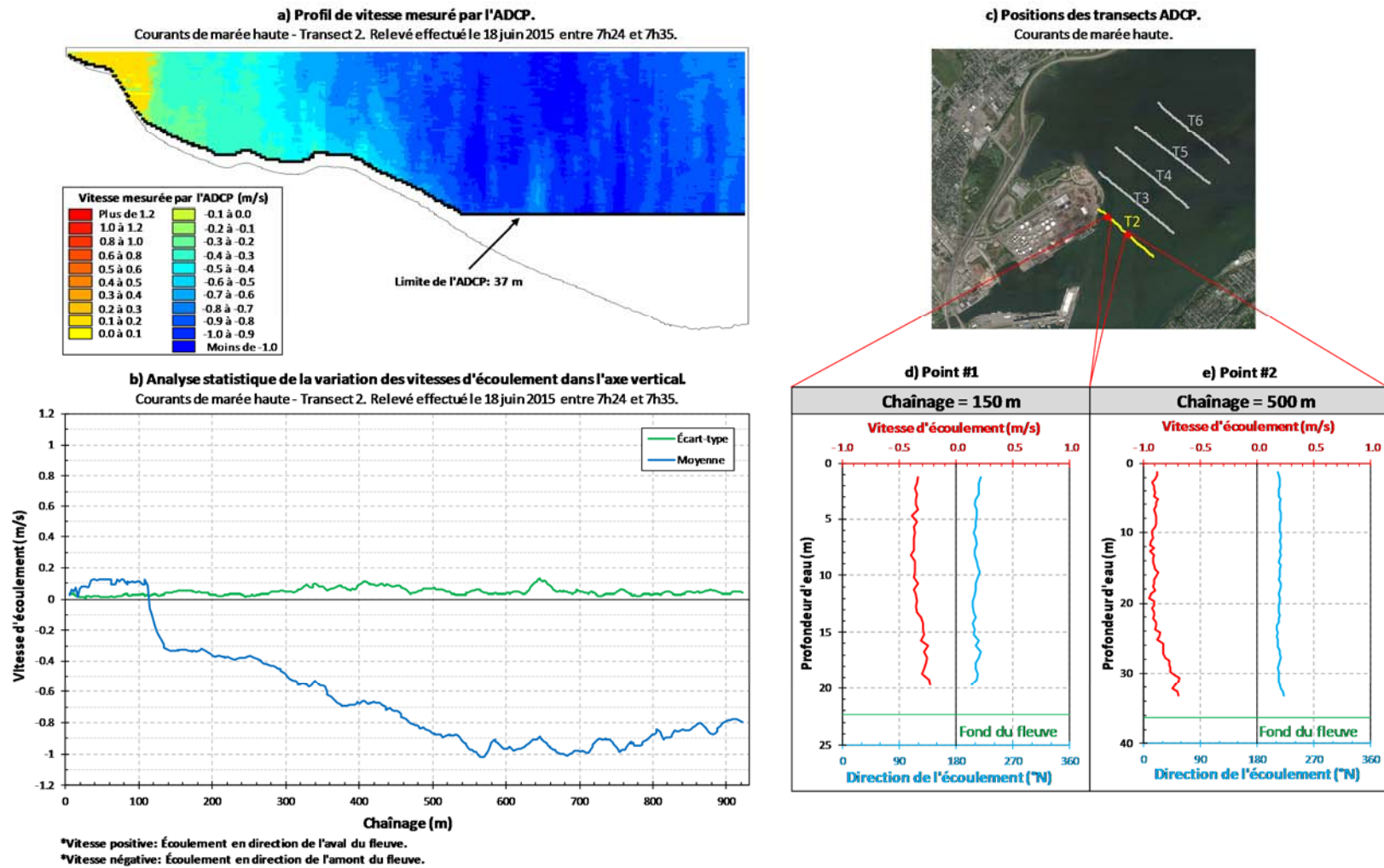


Figure A-4.2 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 2

Courants de marée haute - Transect 3

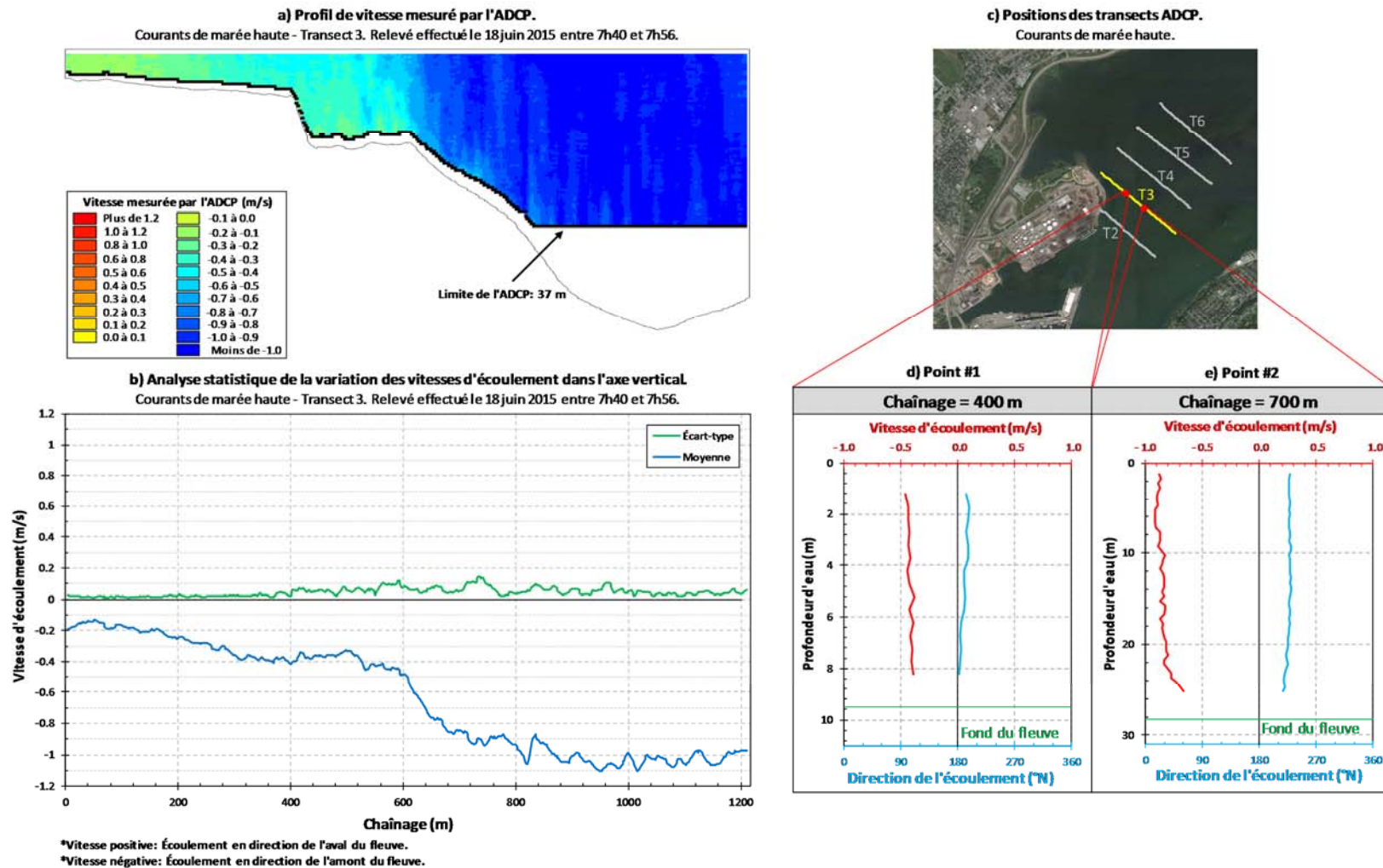


Figure A-4.3 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 3

Courants de marée haute - Transect 4

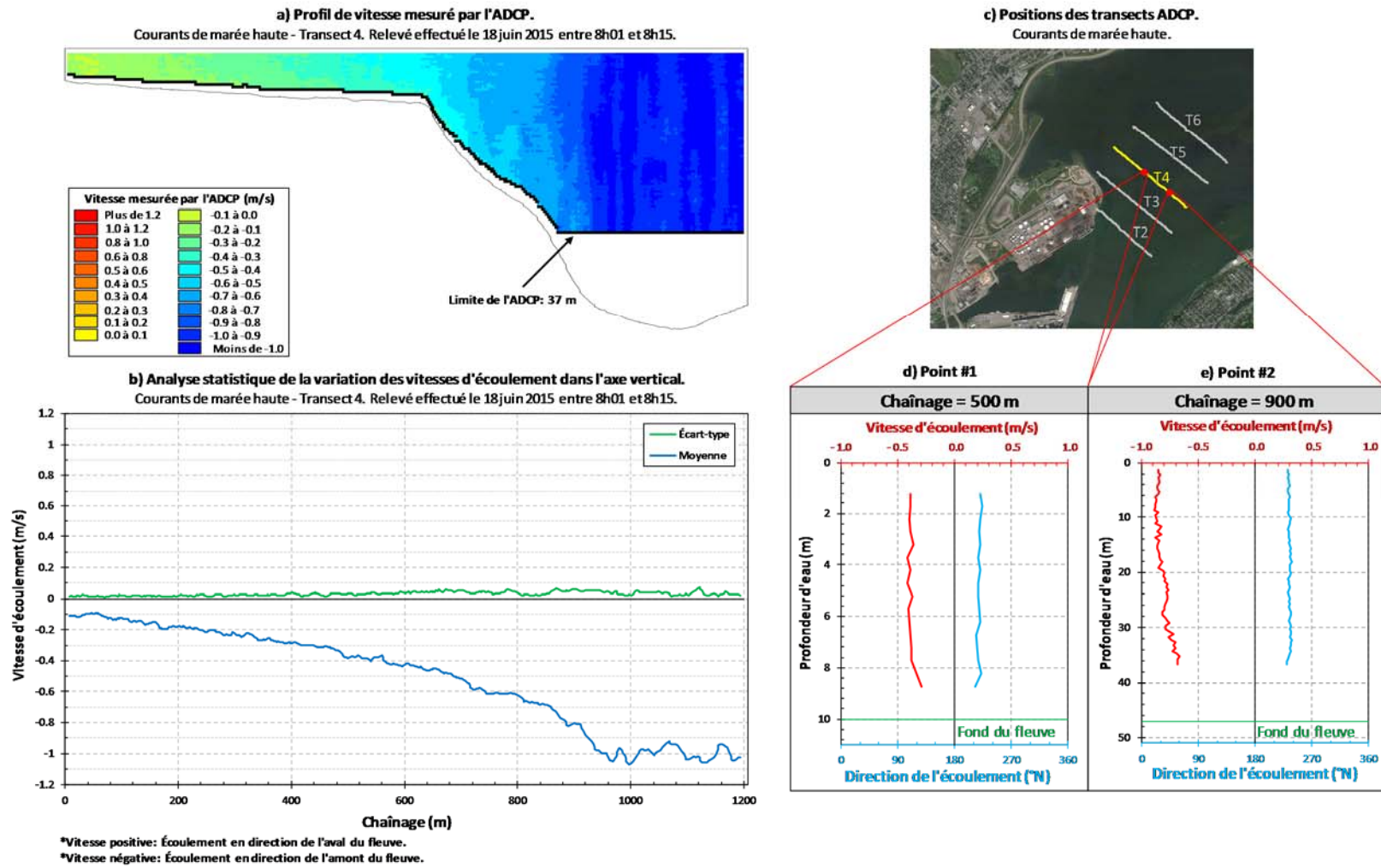


Figure A-4.4 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 4

Courants de marée haute - Transect 5

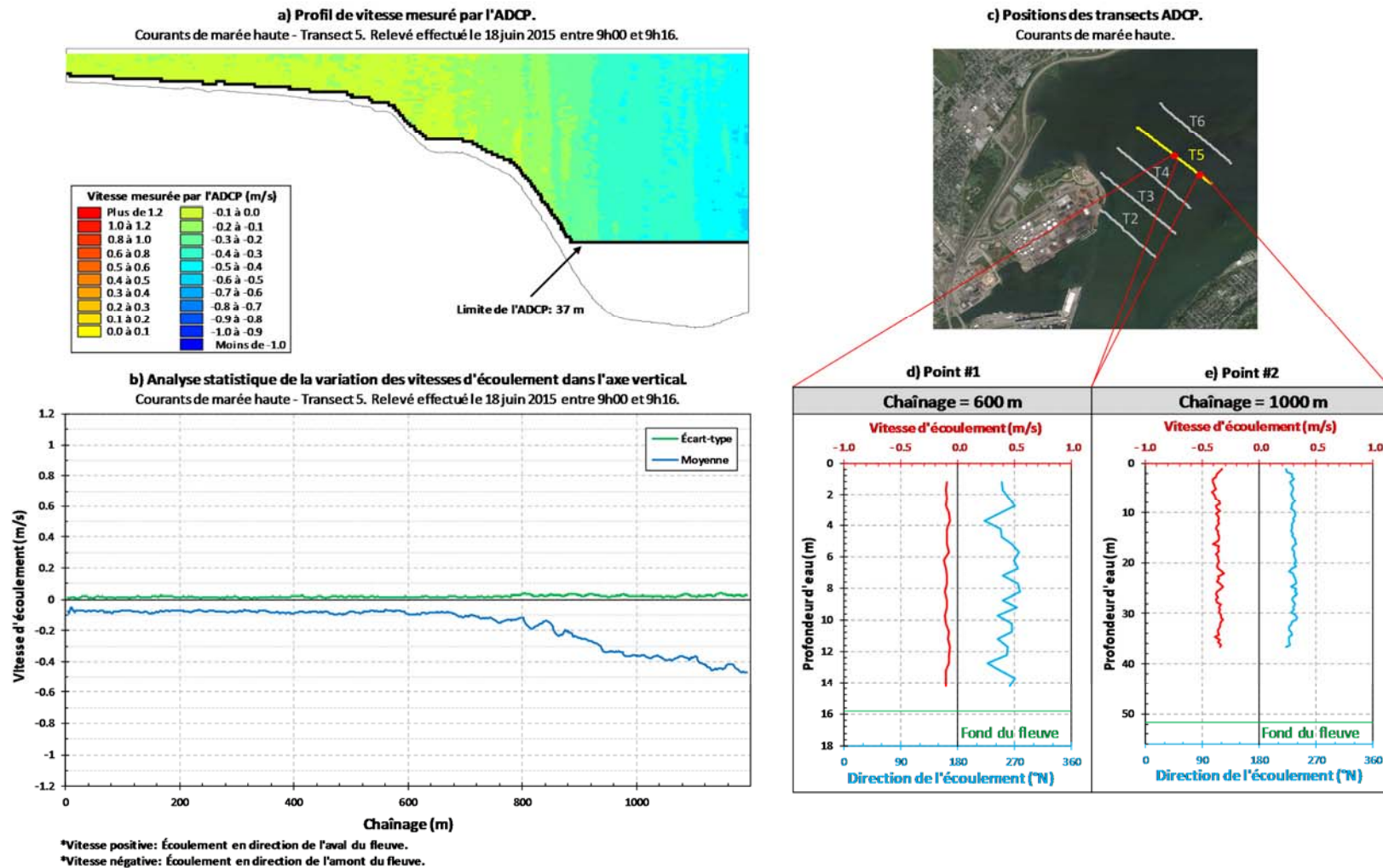


Figure A-4.5 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 5

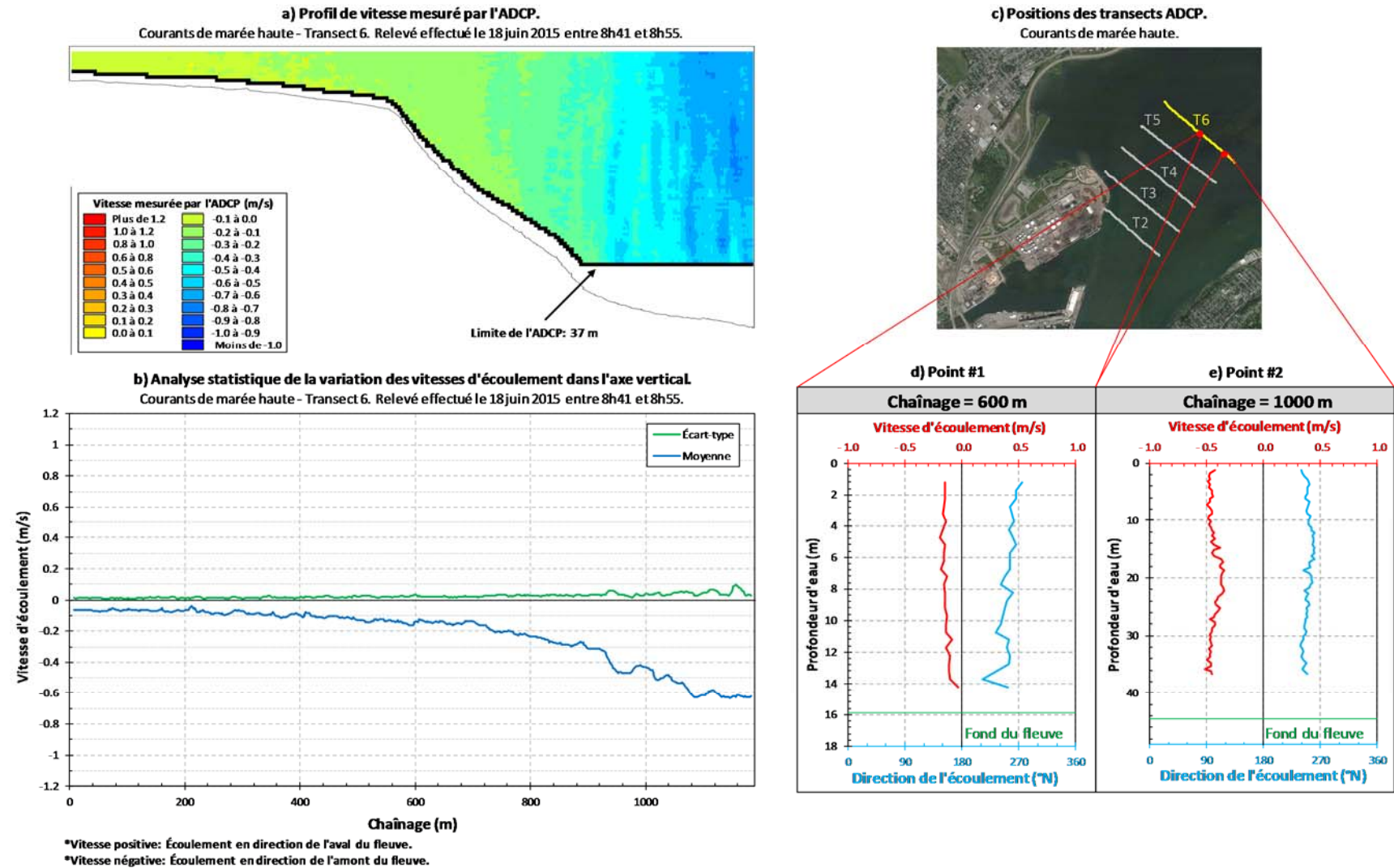


Figure A-4.6 : Analyse des mesures de terrain de la campagne de juin 2015 pour les courants de marée haute – Transect 6

ANNEXE B

VALIDATION DU MODÈLE BIDIMENSIONNEL

Annexe B – Validation du modèle bidimensionnel

Figure B-1.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée au flot

Figure B-1.1 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 1

Figure B-1.2 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 2

Figure B-1.3 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 3

Figure B-1.4 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 4

Figure B-1.5 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 5

Figure B-1.6 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 6

Figure B-2.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée au jusant

Figure B-2.1 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 1

Figure B-2.2 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 2

Figure B-2.3 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 3

Figure B-2.4 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 4

Figure B-2.5 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 5

Figure B-2.6 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 6

Figure B-3.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée basse

Figure B-3.1 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 1

Figure B-3.2 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 2

Figure B-3.3 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 3

Figure B-3.4 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 4

Figure B-3.5 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 5

Figure B-3.6 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 6

Figure B-4.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée haute

Figure B-4.1 : n/d

Figure B-4.2 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 2

Figure B-4.3 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 3

Figure B-4.4 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 4

Figure B-4.5 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 5

Figure B-4.6 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 6

Courants de marée au flot

16 juin 2015 – Relevés effectués entre 16h24 et 18h36

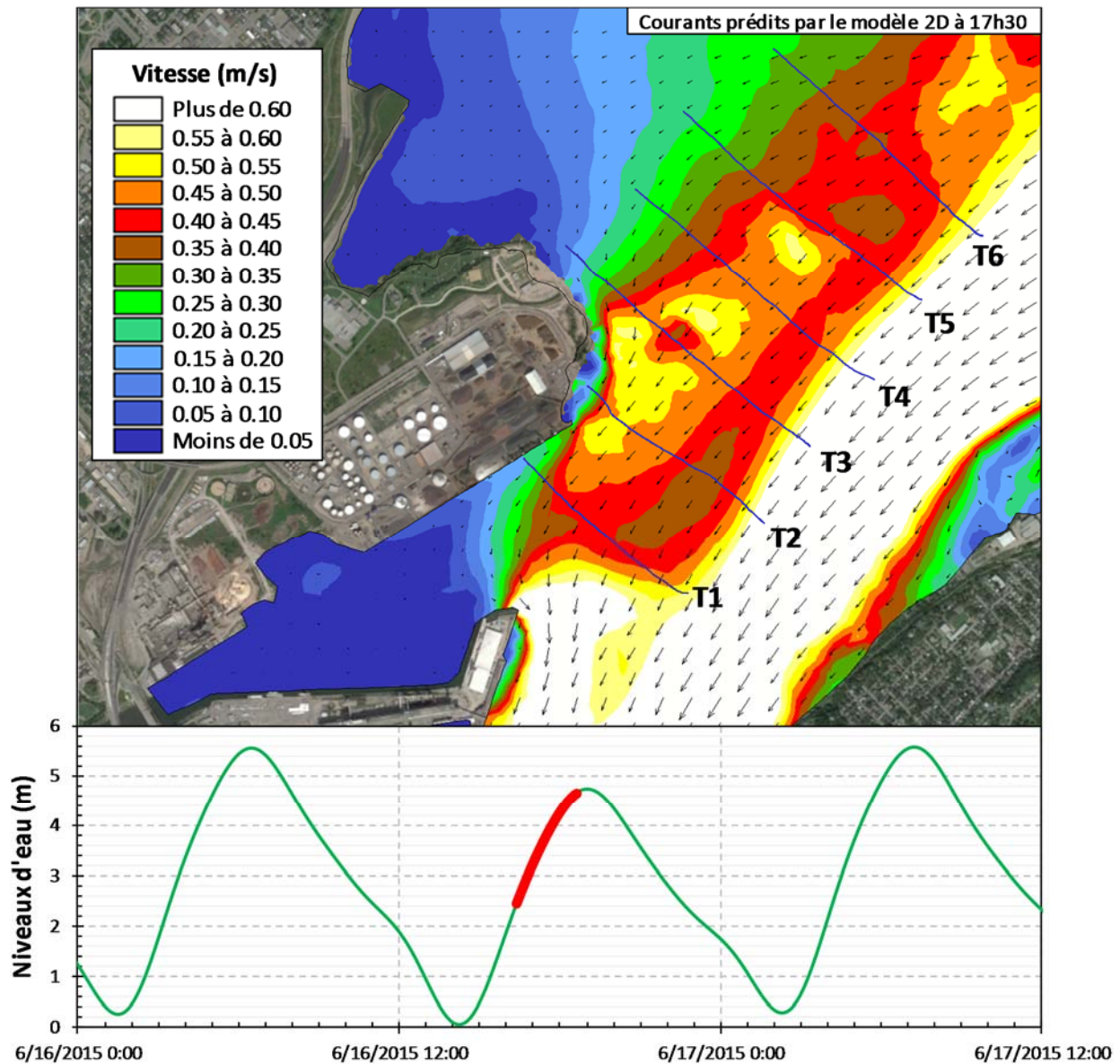


Figure B-1.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée au flot

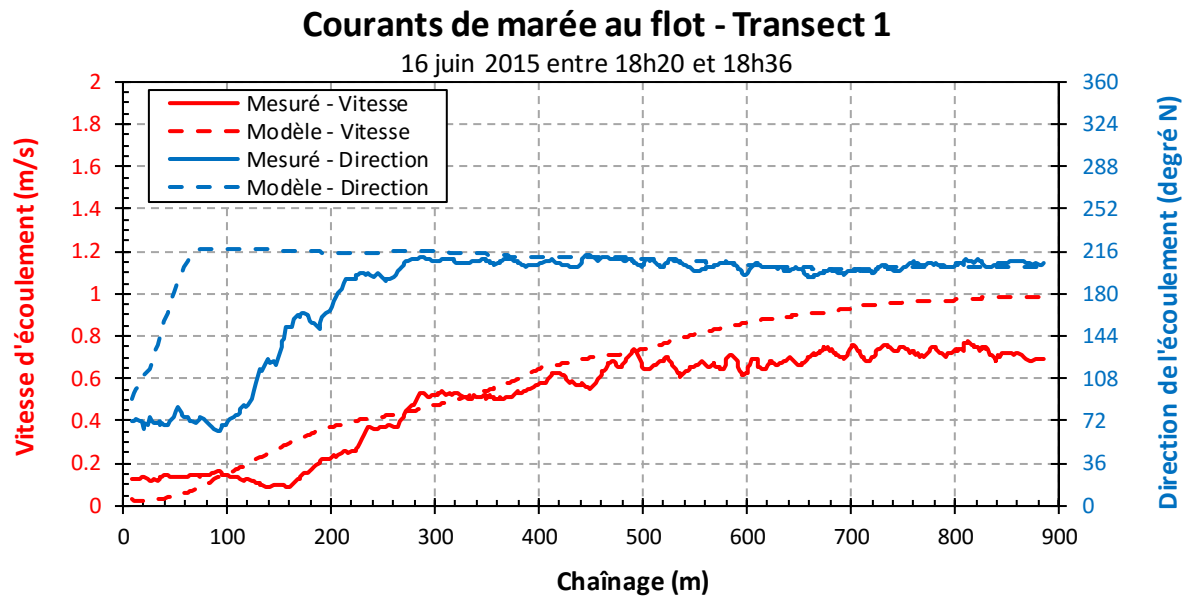
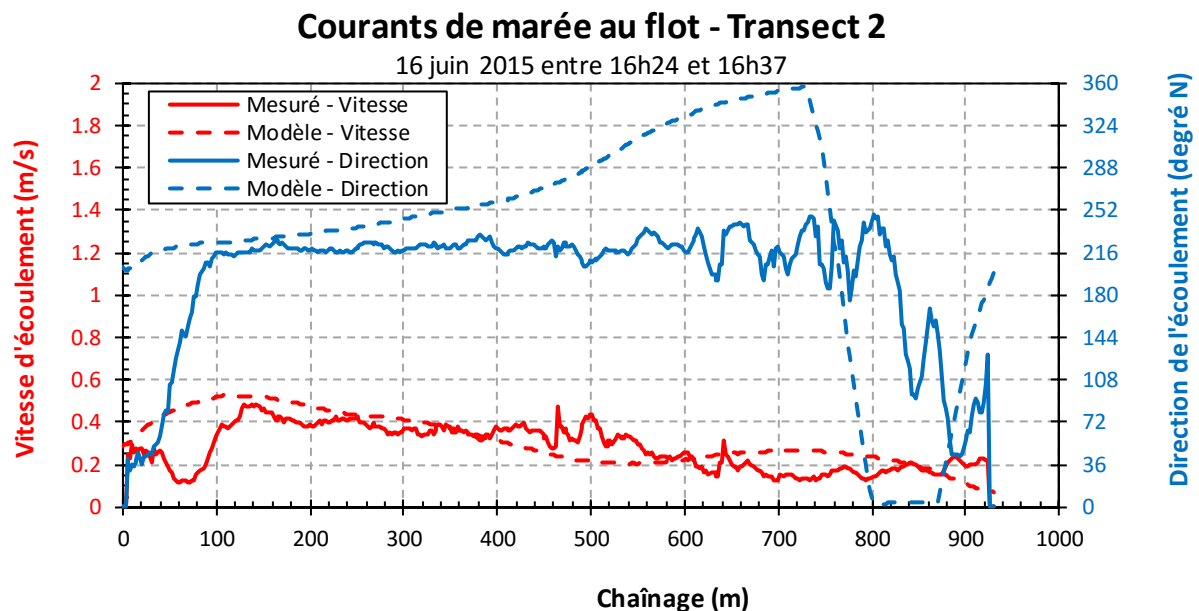


Figure B-1.1 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 1



*Les données GPS étaient incohérentes pour ce transect

Figure B-1.2: Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 2

Courants de marée au flot - Transect 3

16 juin 2015 entre 16h44 et 17h05

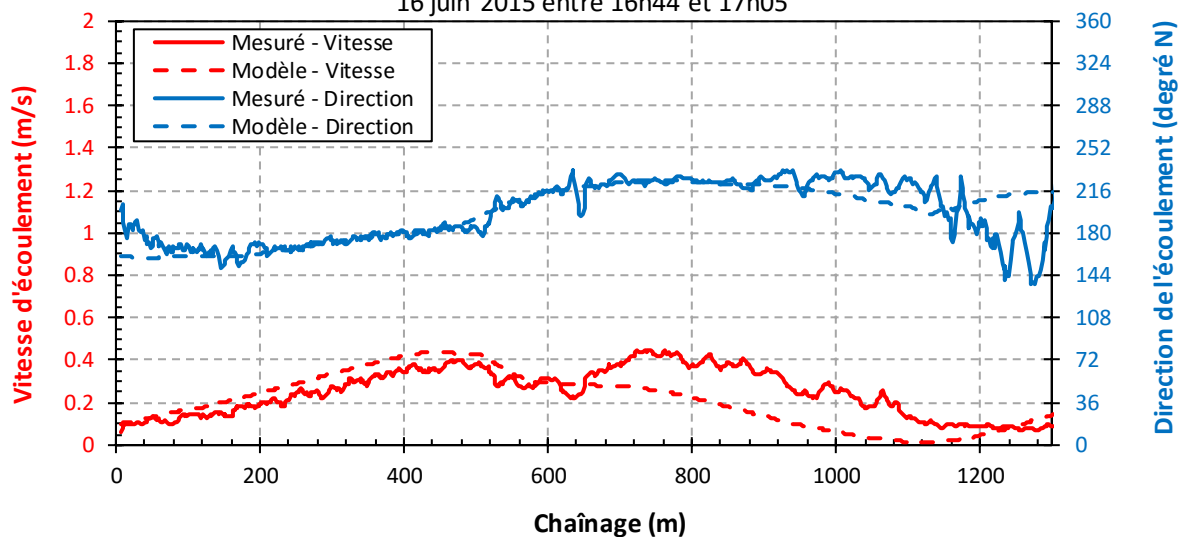


Figure B-1.3: Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 3

Courants de marée au flot - Transect 4

16 juin 2015 entre 17h08 et 17h24

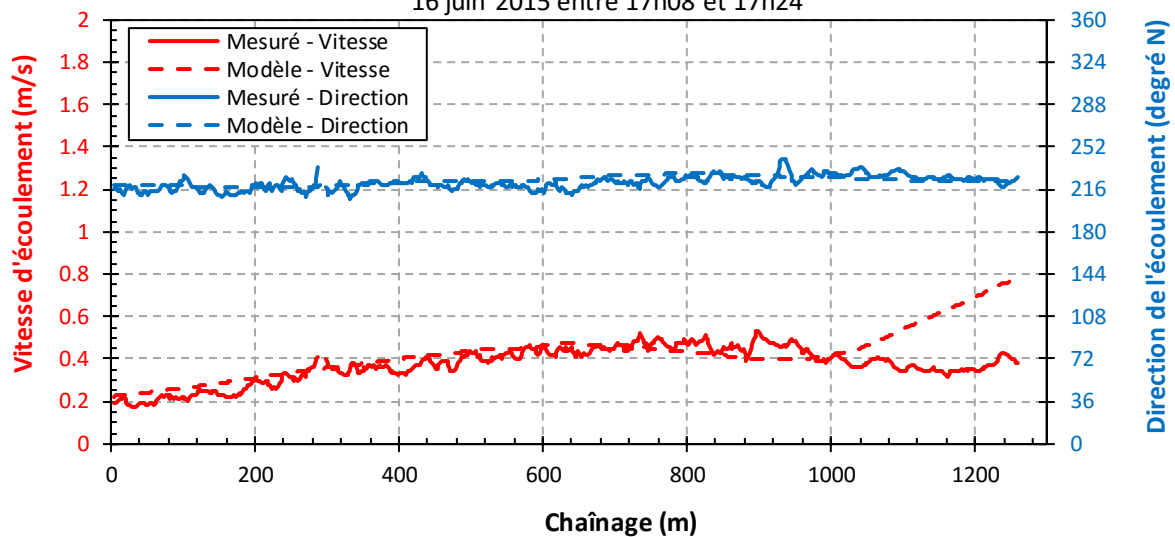


Figure B-1.4: Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 4

Courants de marée au flot - Transect 5

16 juin 2015 entre 17h29 et 17h43

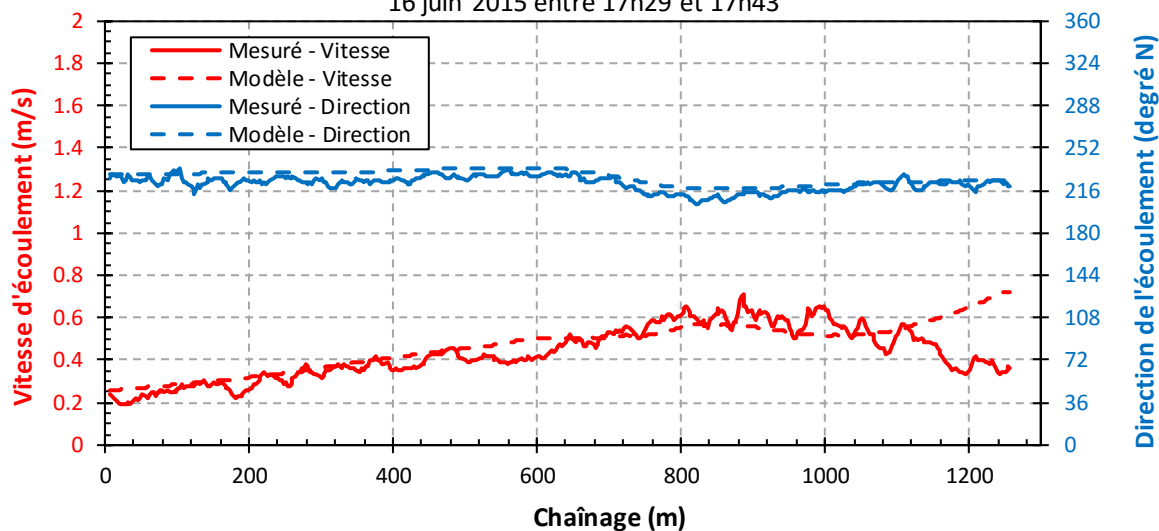


Figure B-1.5: Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 5

Courants de marée au flot - Transect 6

16 juin 2015 entre 17h47 et 18h13

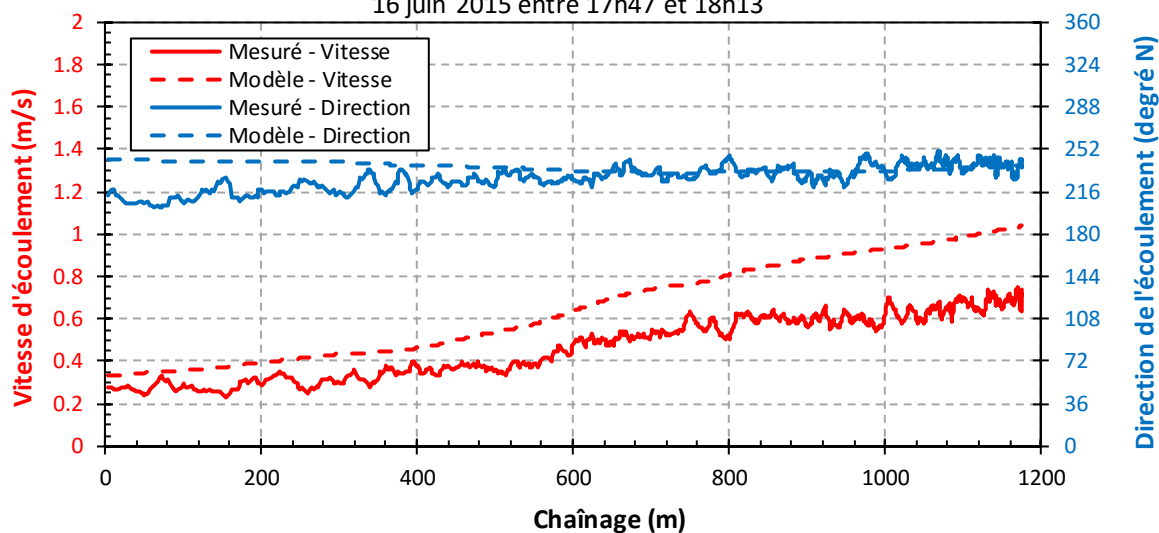


Figure B-1.6: Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au flot – Transect 6

Courants de marée au jusan

17 juin 2015 – Relevés effectués entre 9h15 et 11h35

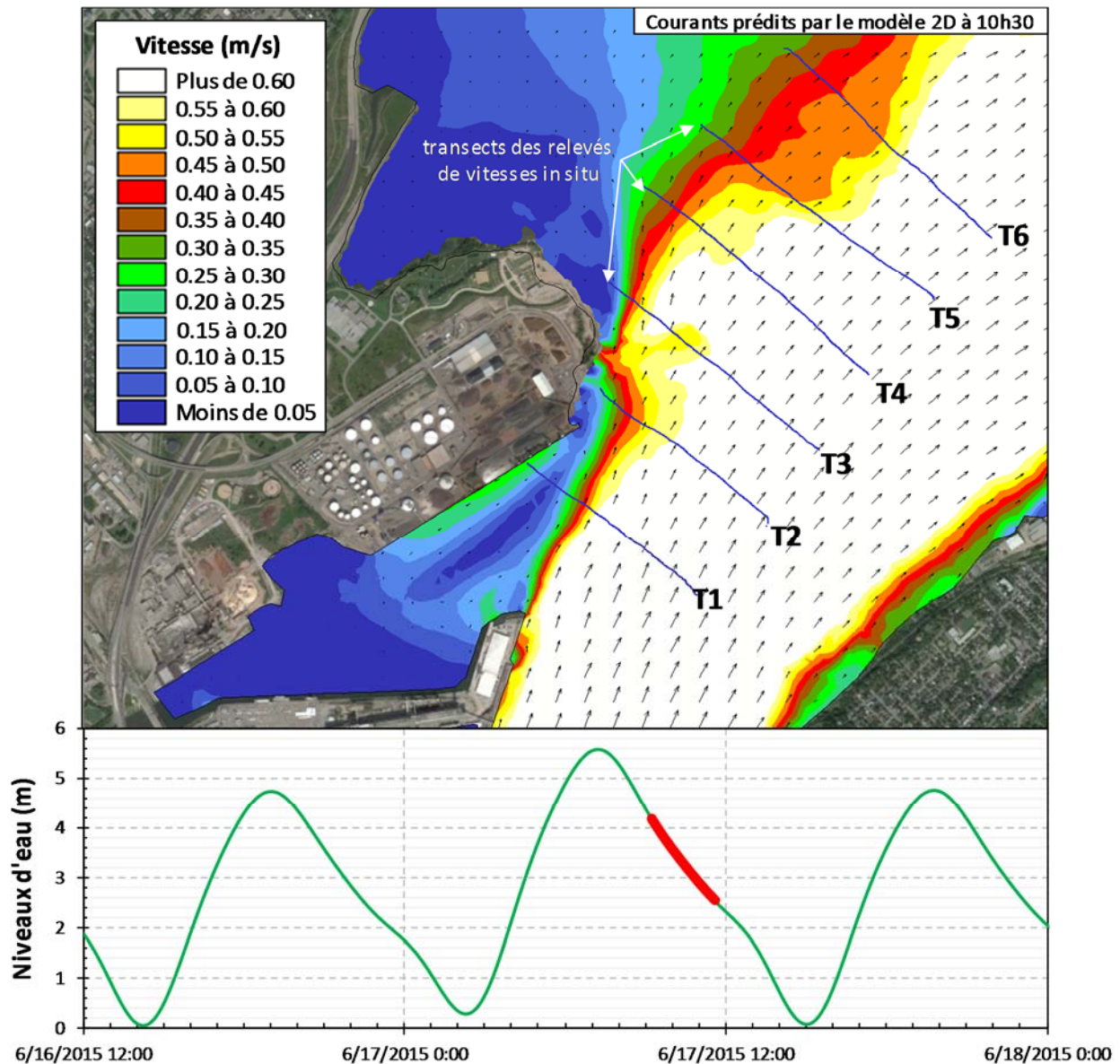


Figure B-2.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée au jusan

Courants de marée au jusant - Transect 1

17 juin 2015 entre 11h04 et 11h21

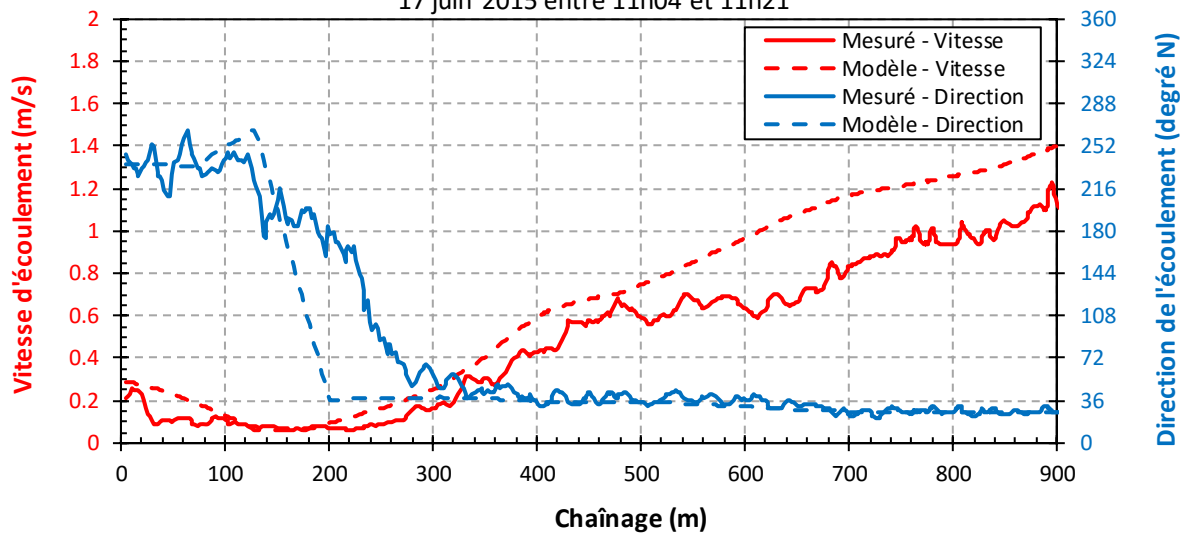


Figure B-2.1 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 1

Courants de marée au jusant - Transect 2

17 juin 2015 entre 11h23 et 11h35

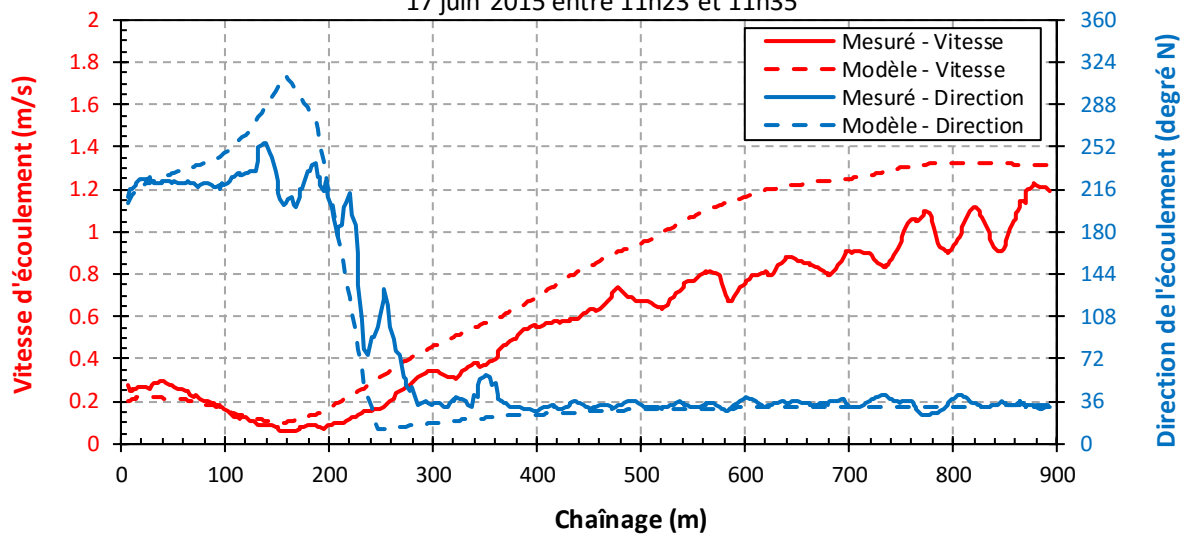


Figure B-2.2 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 2

Courants de marée au jusant - Transect 3

17 juin 2015 entre 9h15 et 9h33

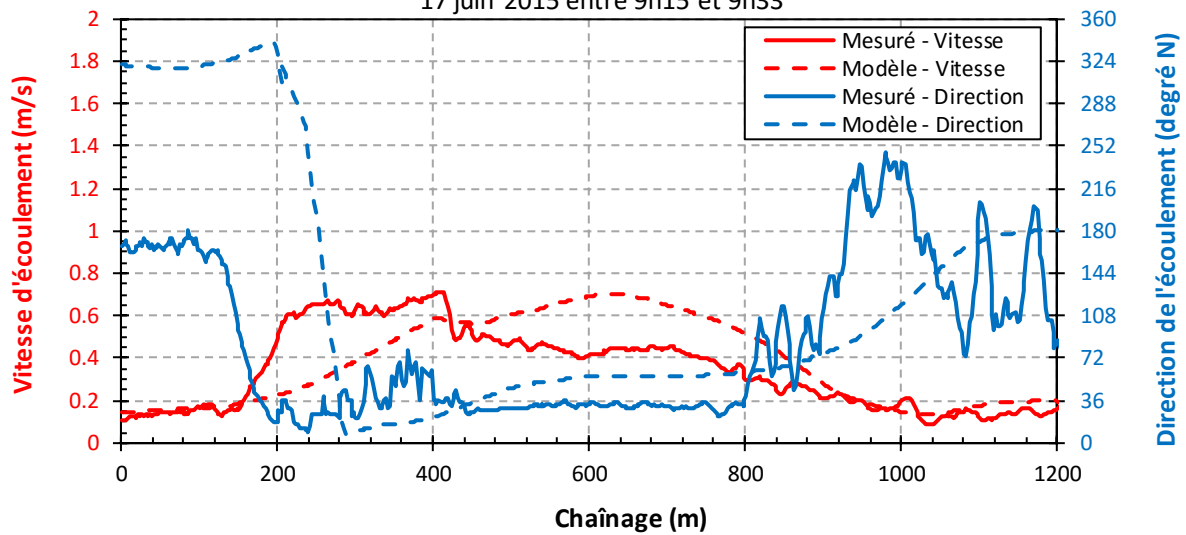


Figure B-2.3 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 3

Courants de marée au jusant - Transect 4

17 juin 2015 entre 9h36 et 9h58

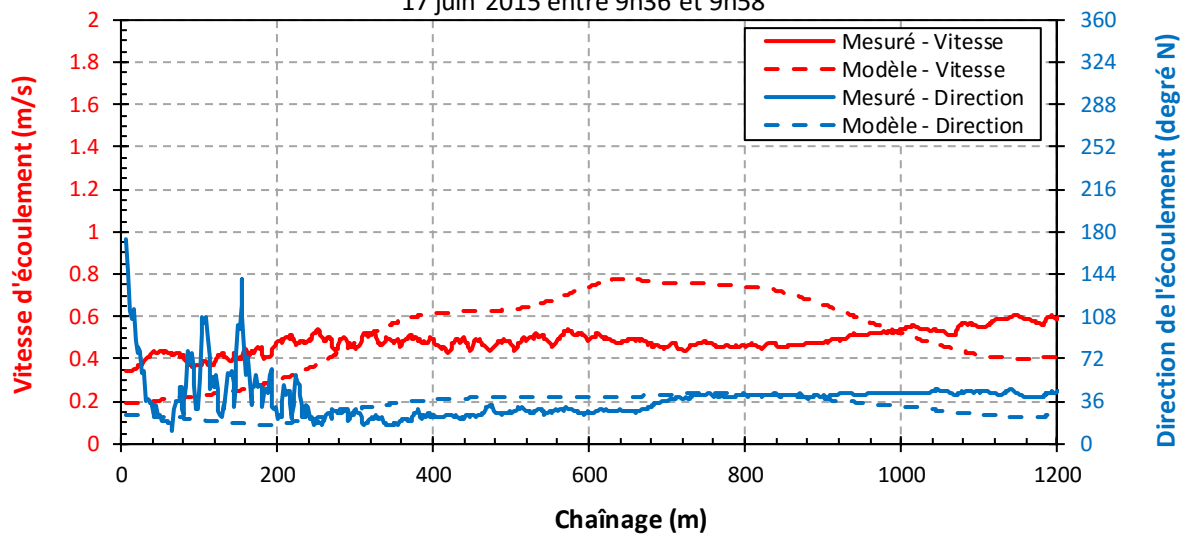


Figure B-2.4 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 4

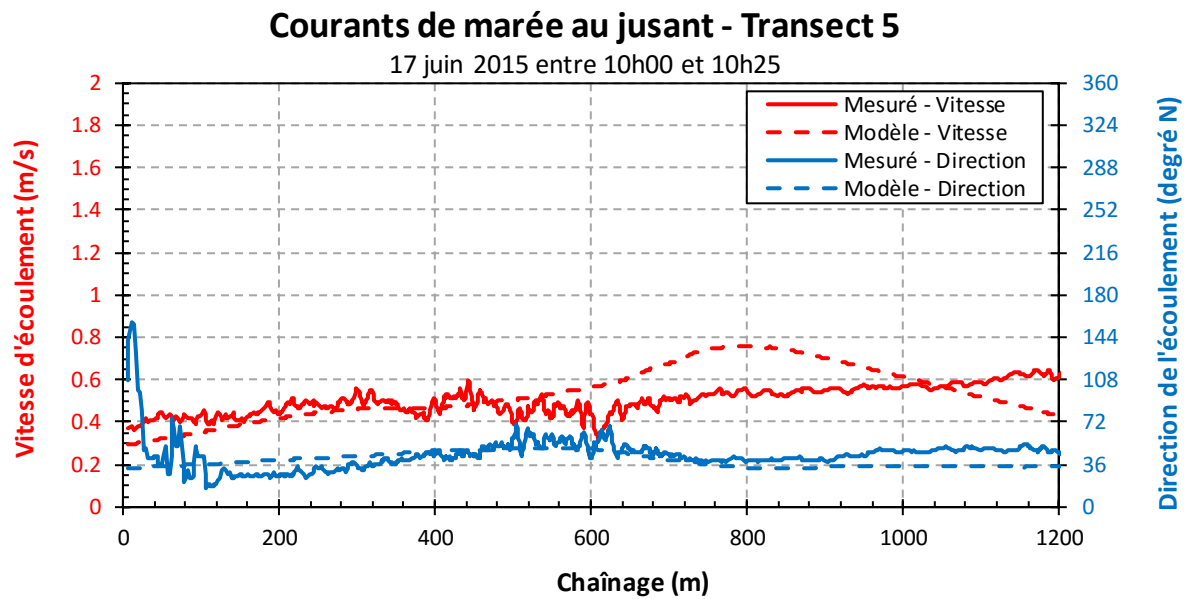


Figure B-2.5 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 5

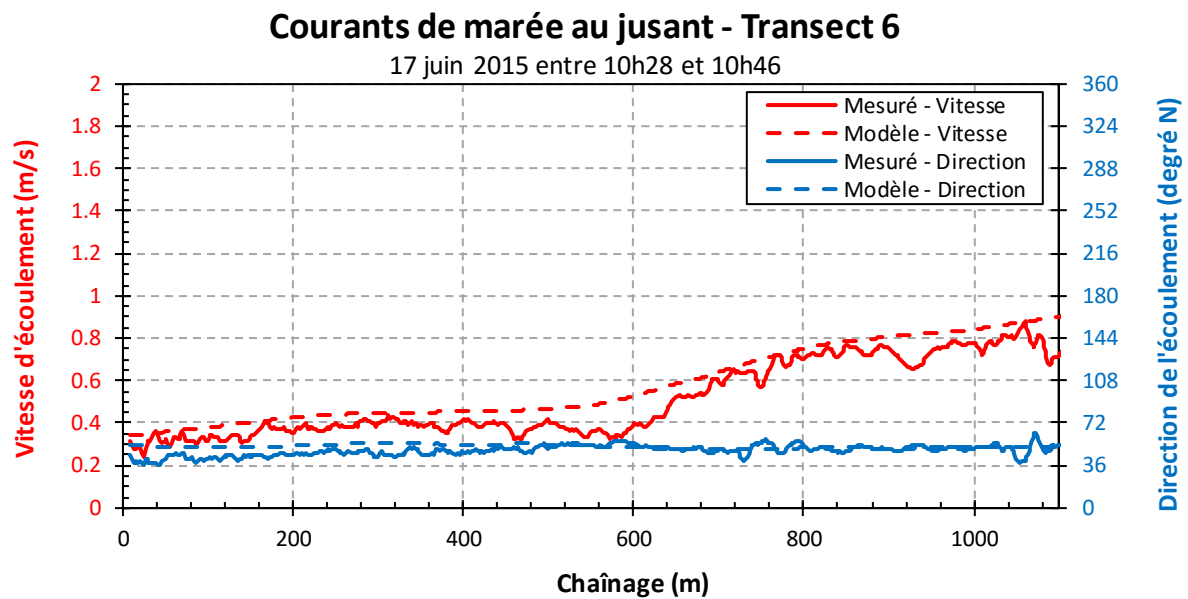


Figure B-2.6 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée au jusant – Transect 6

Courants de marée basse

17 juin 2015 – Relevés effectués entre 12h58 et 15h16

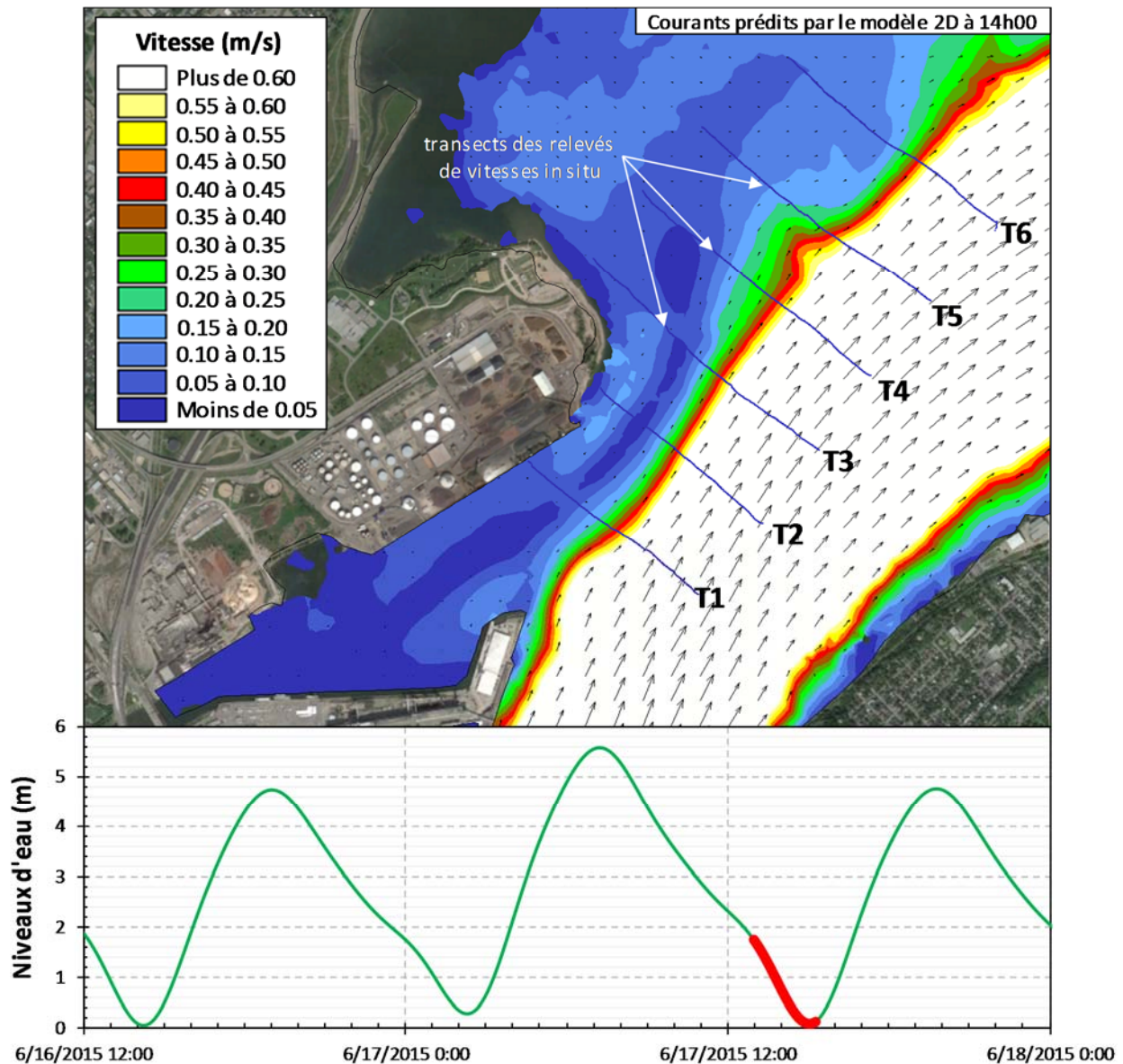


Figure B-3.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée basse

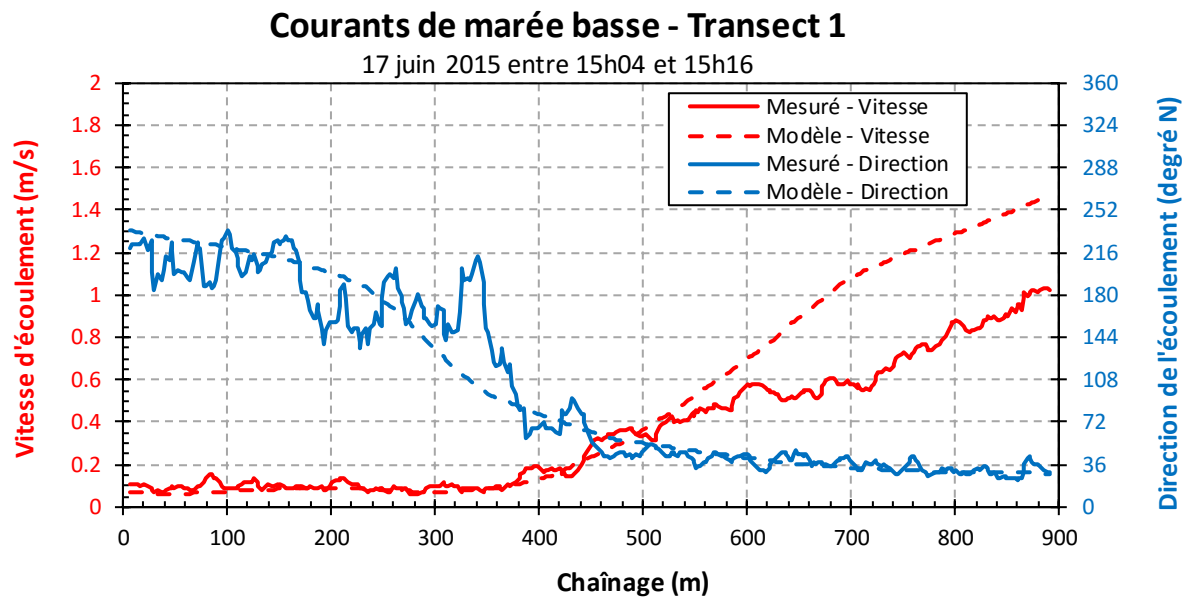


Figure B-3.1 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 1

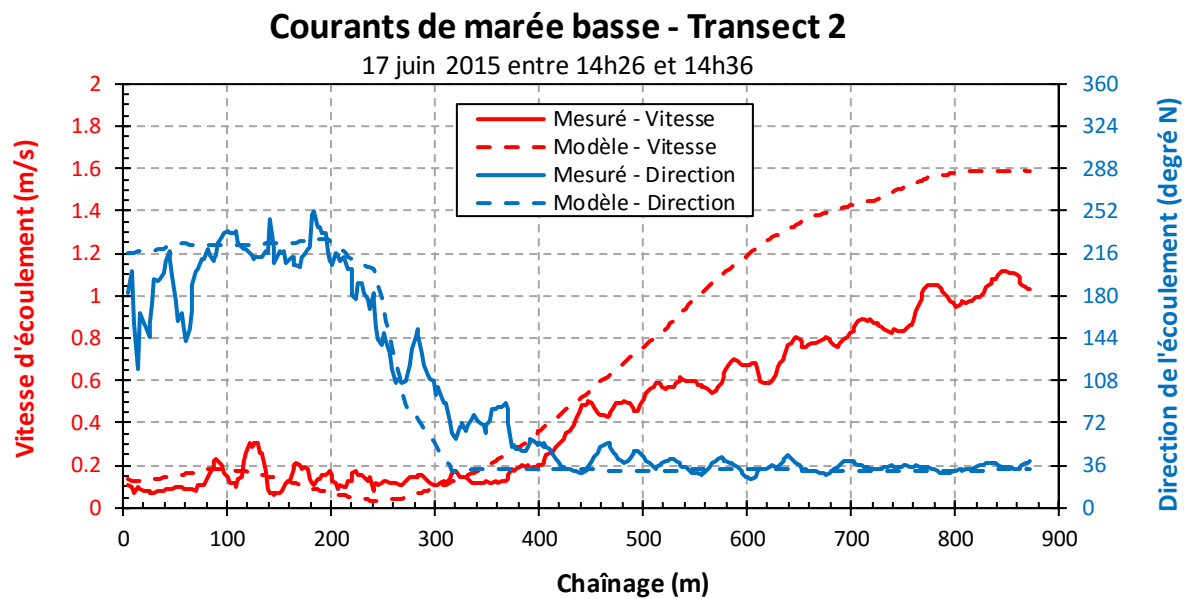


Figure B-3.2 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 2

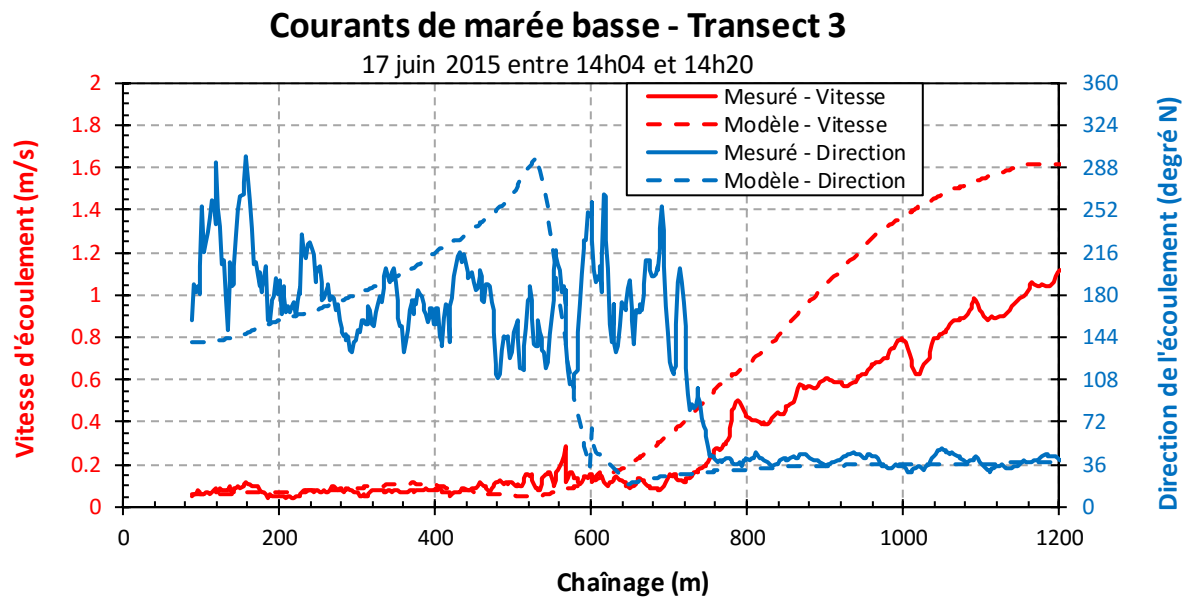


Figure B-3.3 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 3

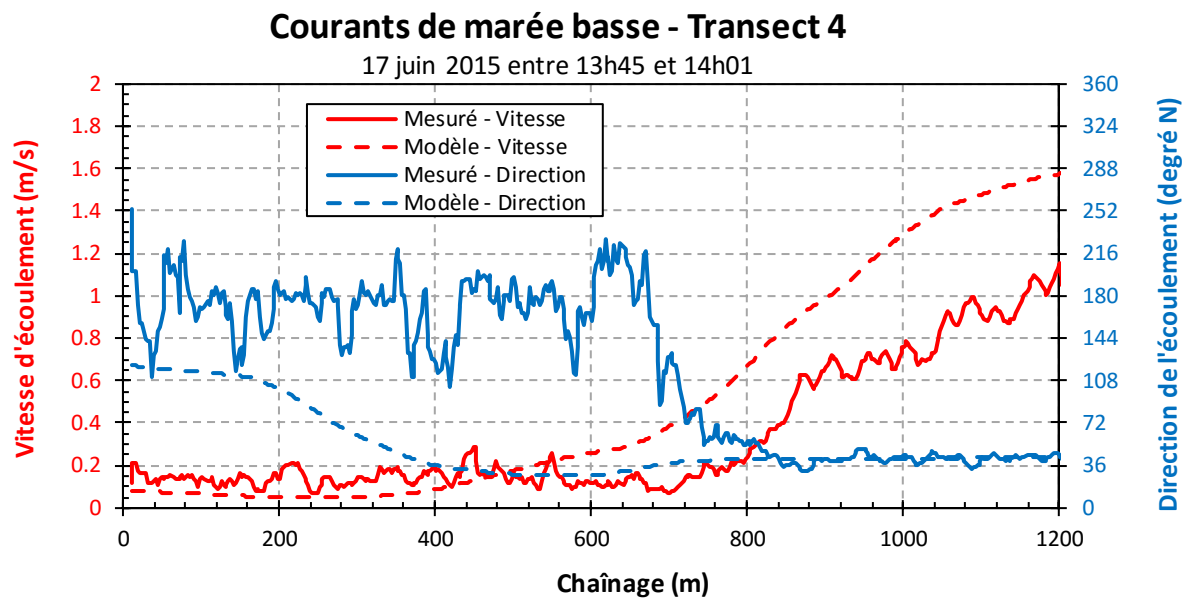


Figure B-3.4 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 4

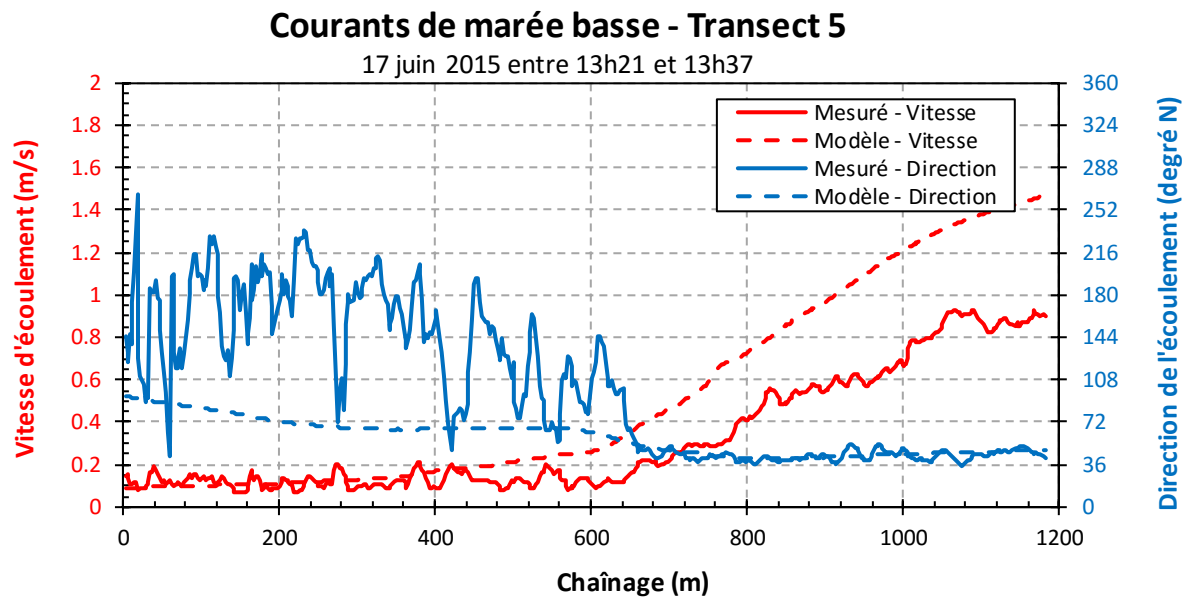


Figure B-3.5 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 5

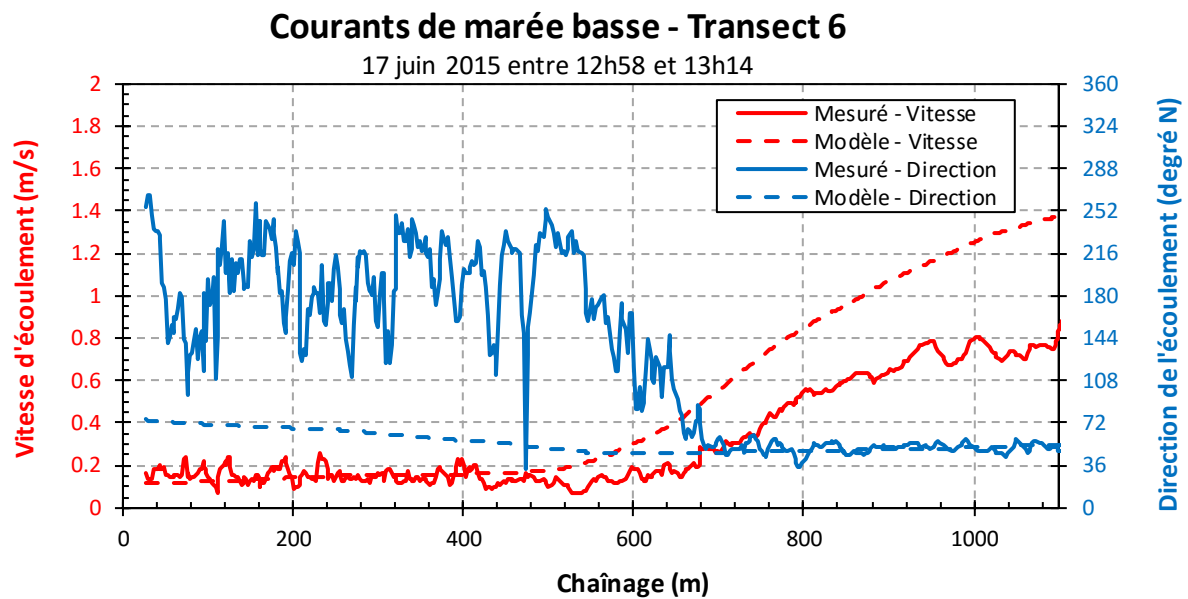


Figure B-3.6 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée basse – Transect 6

Courants de marée haute

18 juin 2015 – Relevés effectués entre 7h24 et 9h16

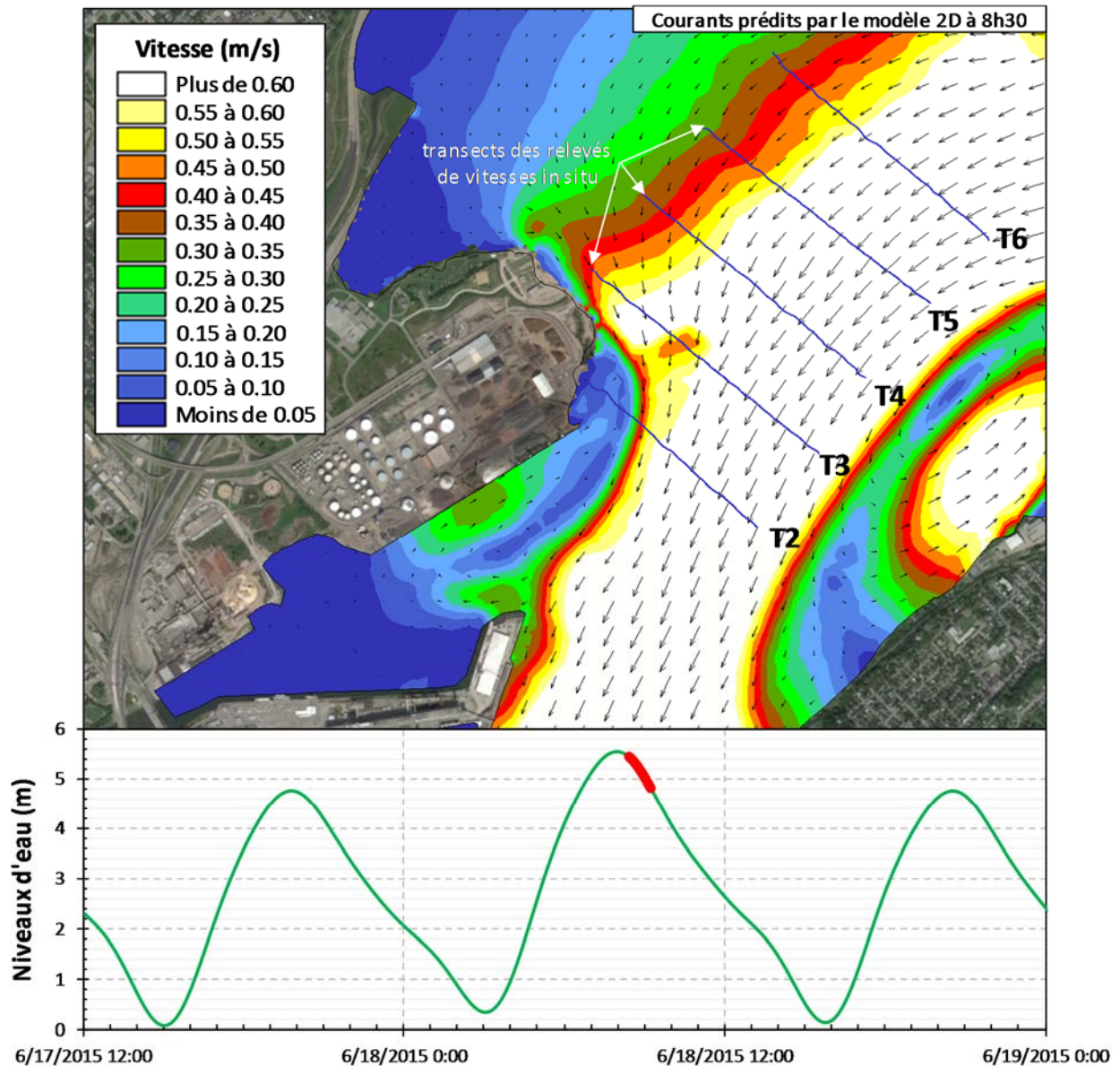


Figure B-4.0 : Positions et période des mesures des transects ADCP relevés durant la campagne de mesure de juin 2015 pour les courants de marée haute

Le Transect 1 est inexistant pour la marée haute.

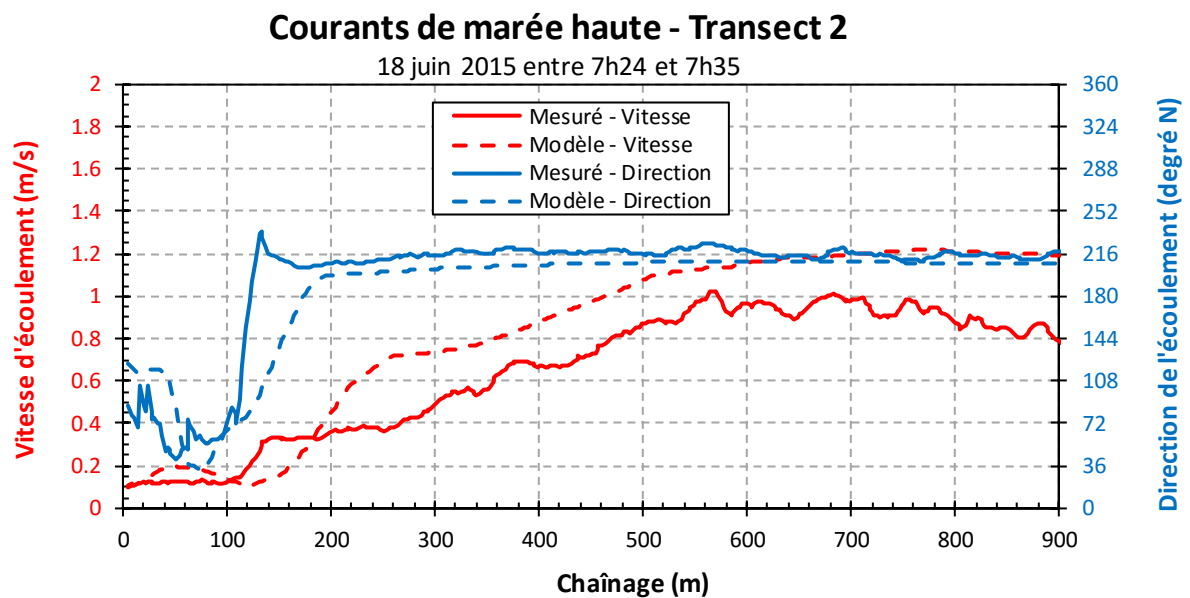


Figure B-4.2 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 2

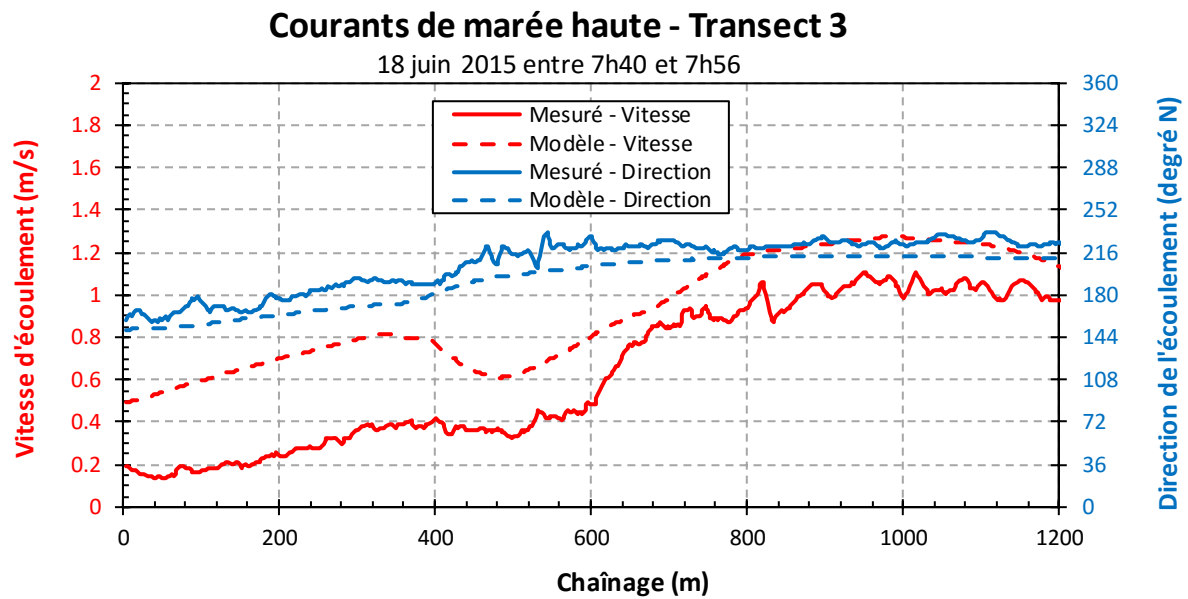


Figure B-4.3 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 3

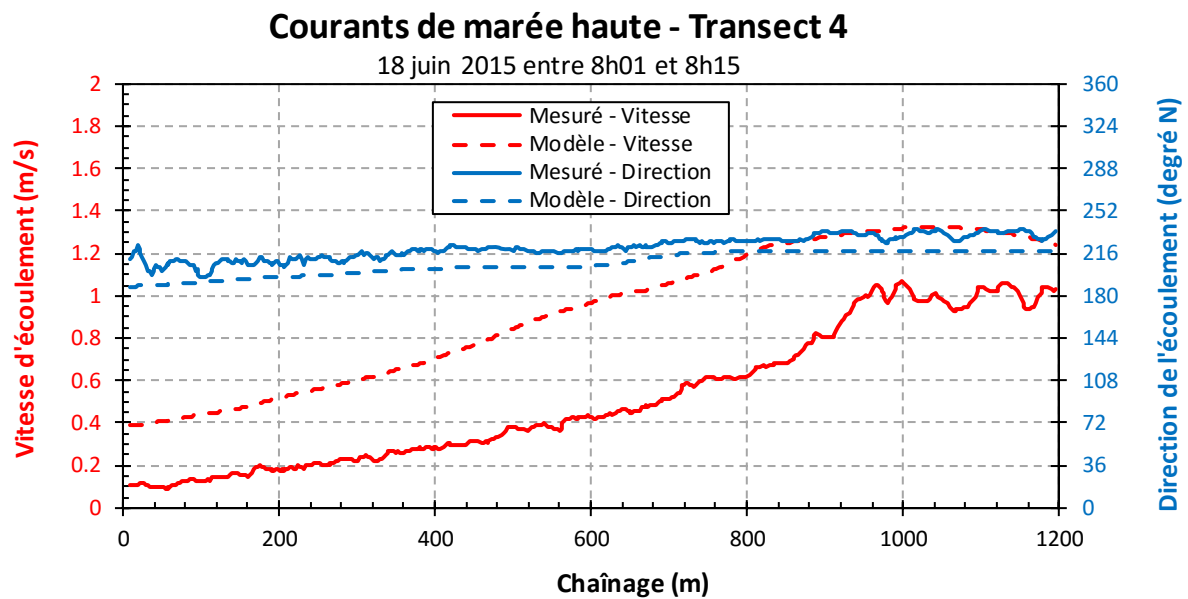


Figure B-4.4 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 4

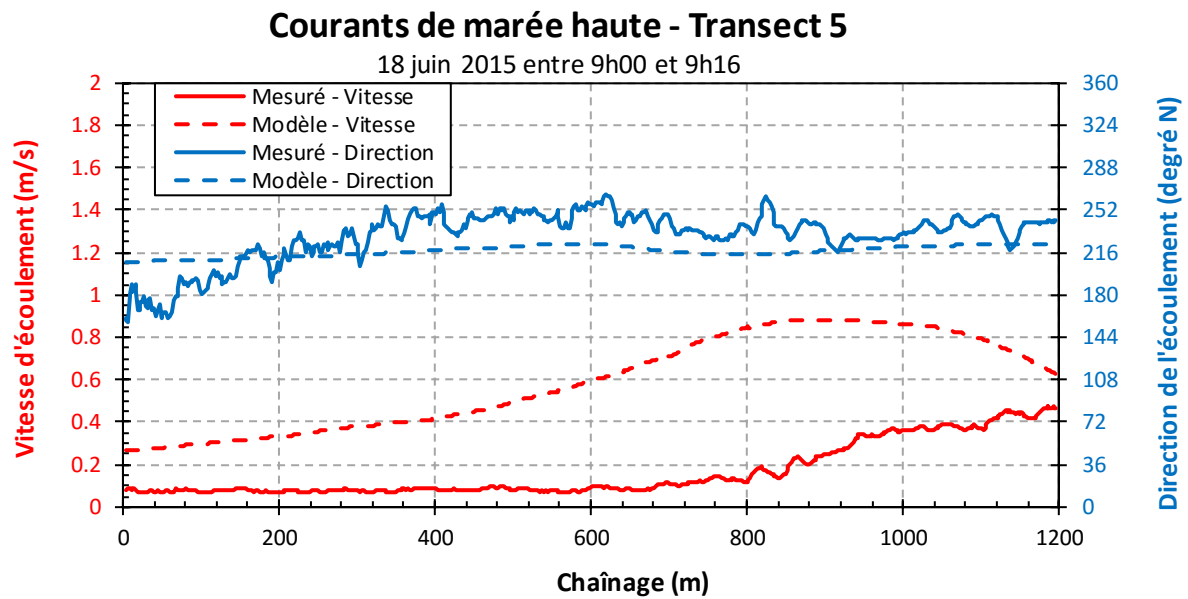


Figure B-4.5 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 5

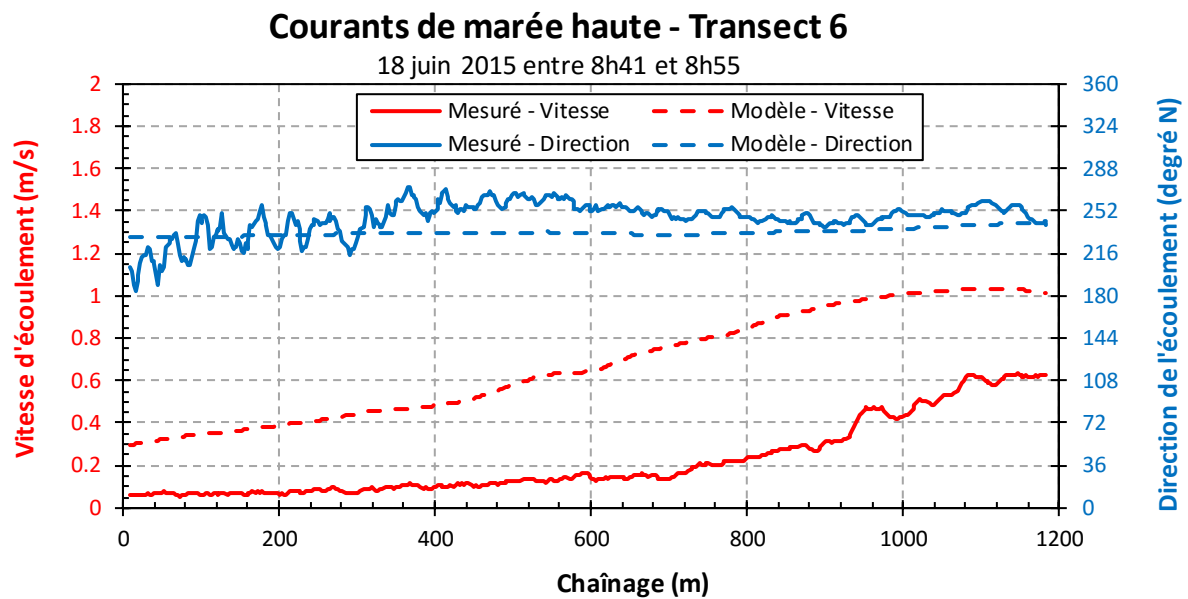


Figure B-4.6 : Validation du modèle bidimensionnel pour les courants de marée haute – Transect 6