

*Plan expérimental de gestion des sédiments de la Rance*

# **Fonctionnement hydro-sédimentaire du bassin maritime de la Rance**

*Rapport diagnostic*

*&*

*Suggestions pour le plan de gestion des sédiments de la Rance*

**ANNEXES**

*Par le*

**Conseil Scientifique du Plan de Gestion des Sédiments de la Rance**

*Version N°1 de Juin 2022*

## Annexes

### A1 - Courants de marée

Les courants de marée ont été calculés à l'aide du modèle hydrodynamique MARS-3D de l'Ifremer, mis en place initialement en Rance pour étudier la dispersion des bactéries en mer côtière. La bathymétrie de la Rance introduite lors de cette étude était celle de 2009-2011, mais les évolutions bathymétriques intervenues depuis restent faibles et sans influence significative sur les courants de marée, sauf en amont de Plouër et jusqu'à l'écluse du Châtelier, où la sédimentation plus importante a probablement modifié les courants. Ce modèle est forcé à ses limites en Manche par des composantes harmoniques de marée, et par des simulations de débit à travers les groupes-bulbes et les vannes du barrage, fournies par EDF. Ces débits ont été légèrement ajustés de façon à retrouver les bonnes variations du niveau de marée dans le bassin.

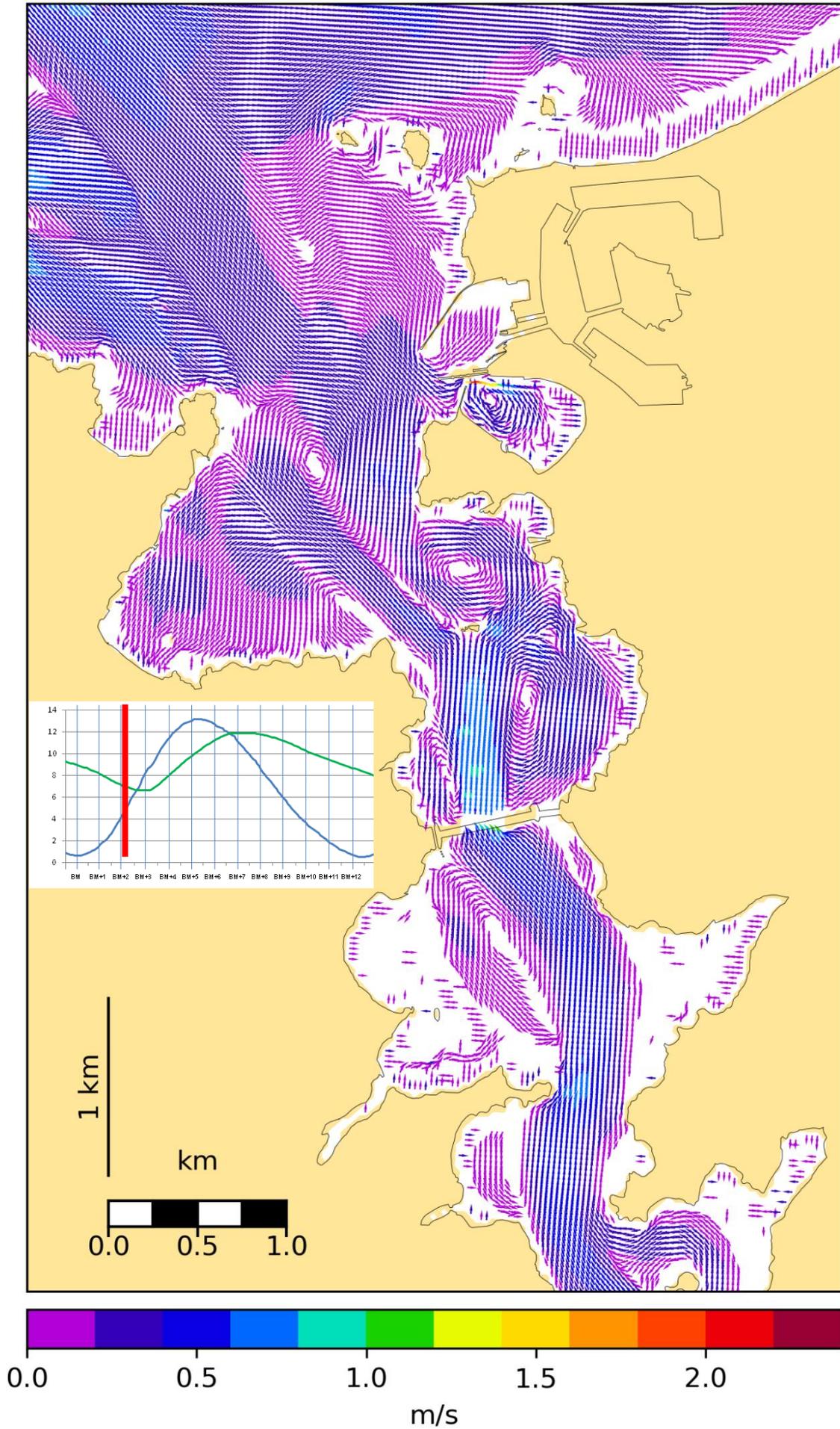
Des cartes de courants de marée dans le bassin maritime de la Rance et ses abords dans le golfe de St-Malo ont été produites pour toutes les heures d'une marée de vive eau (celle du 1<sup>er</sup> janvier 2019, coefficient 113), de morte eau (celle du 25 août 2019, coefficient 39) et d'amplitude moyenne (celle du 28 août 2019, coefficient 71). Ce sont les courants barotropes (moyennés selon la verticale) qui sont représentés, ce qui est justifié pour des courants de marée.

Sont reproduites ici 4 situations de la vive eau :

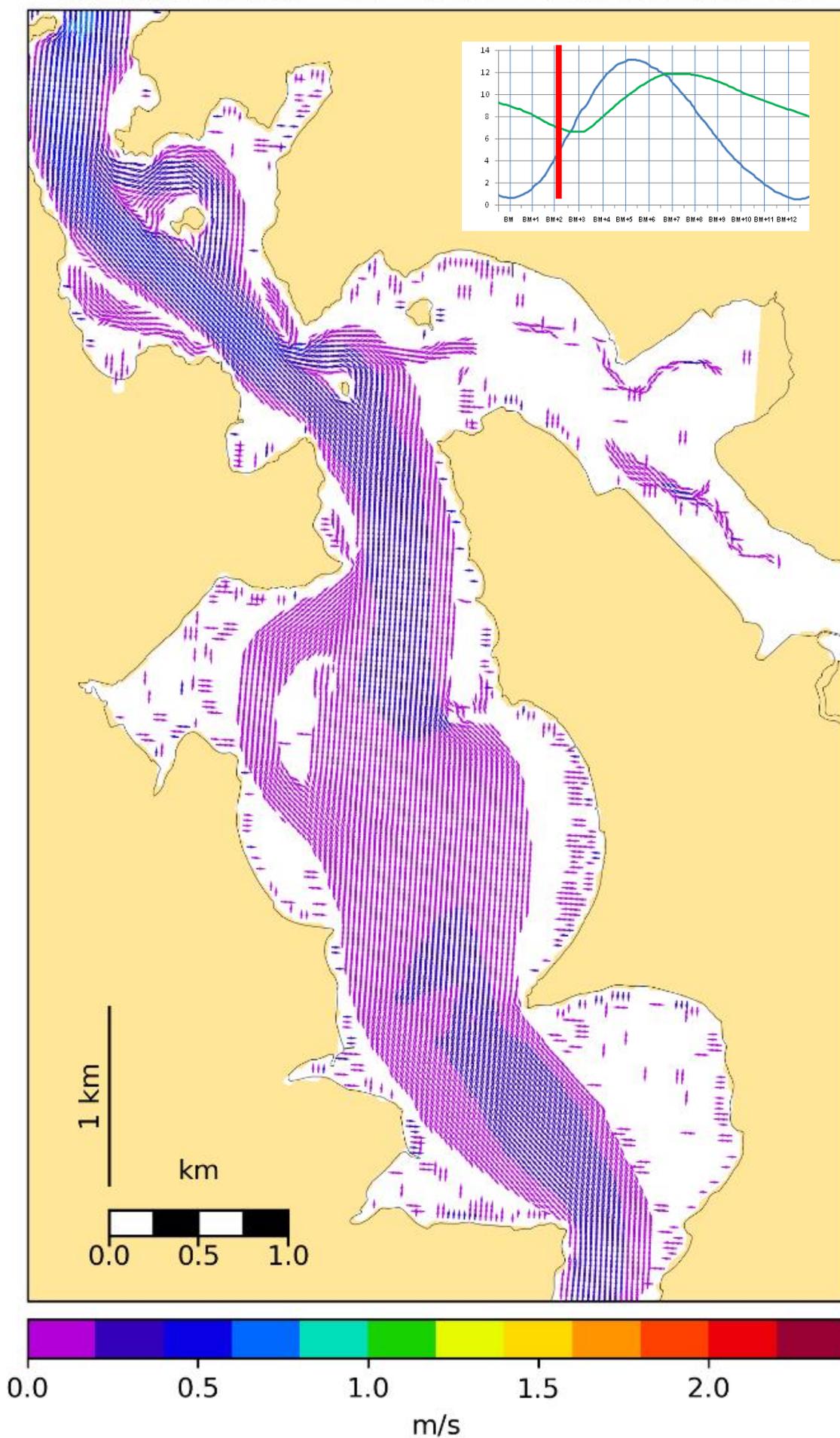
- fin de jusant (2h après BM de St-Malo),
- début de flot (4h après BM de St-Malo),
- pleine mer dans le bassin (7h après BM de St-Malo),
- début de jusant (9h après BM de St-Malo).

Pour une meilleure lisibilité, le bassin est découpé en trois secteurs successifs, et les courants inférieurs à 5 cm/s ne sont pas visualisés. Les secteurs « blancs » sur les figures sont donc soit découverts, soit animés d'un courant négligeable (par exemple au moment des étales).

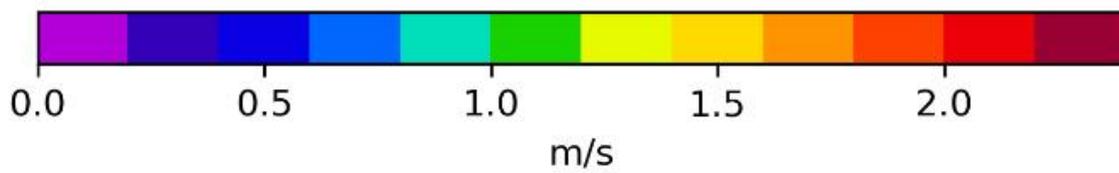
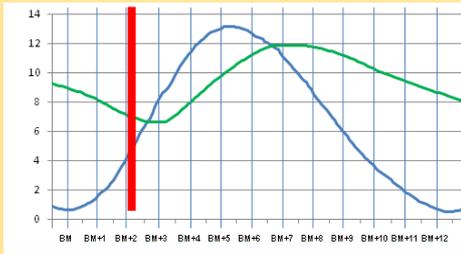
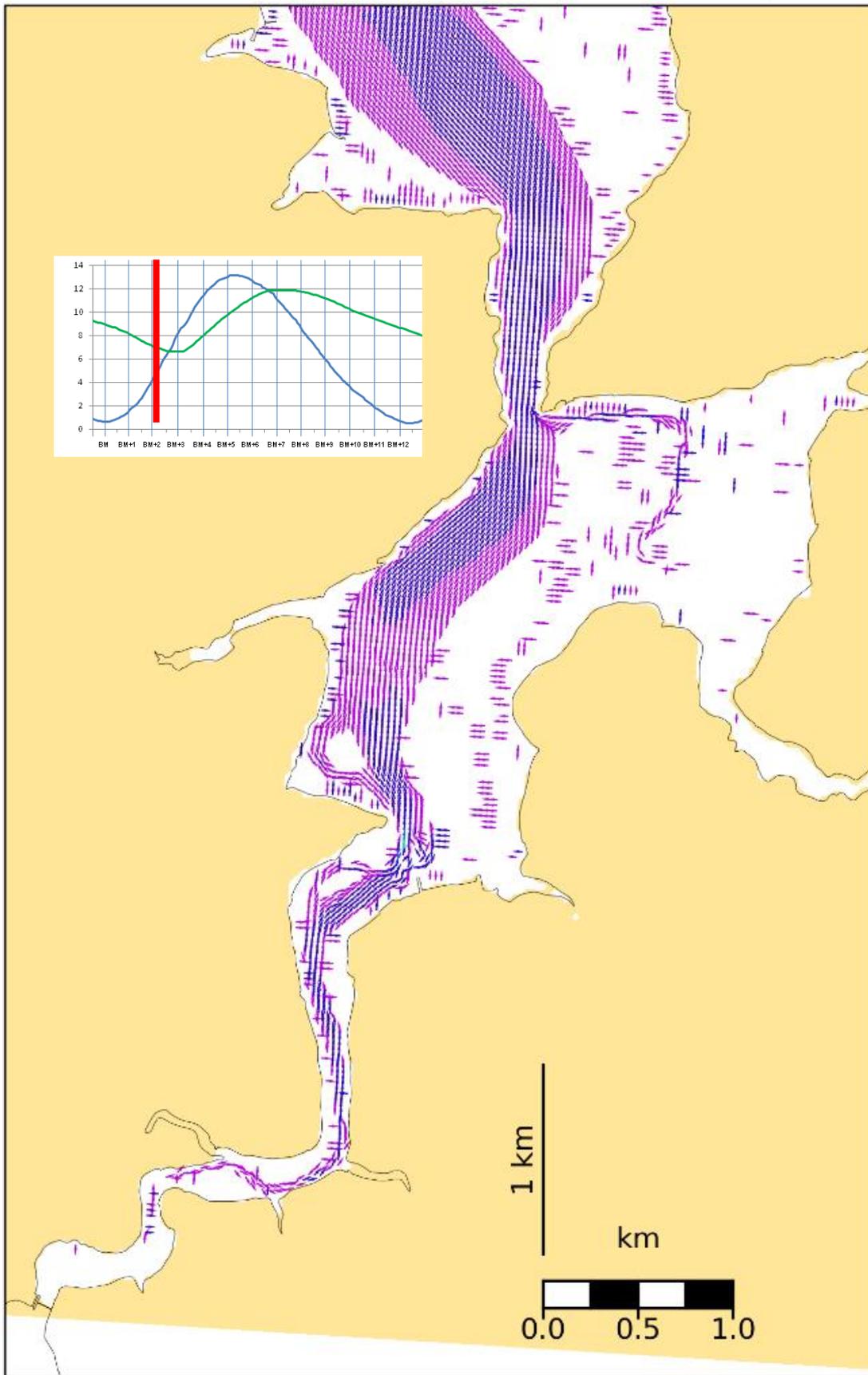
# Courant marée - VE - BM+2H (Réf St Malo) S2



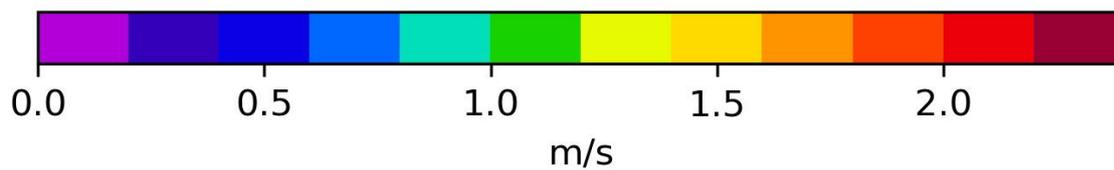
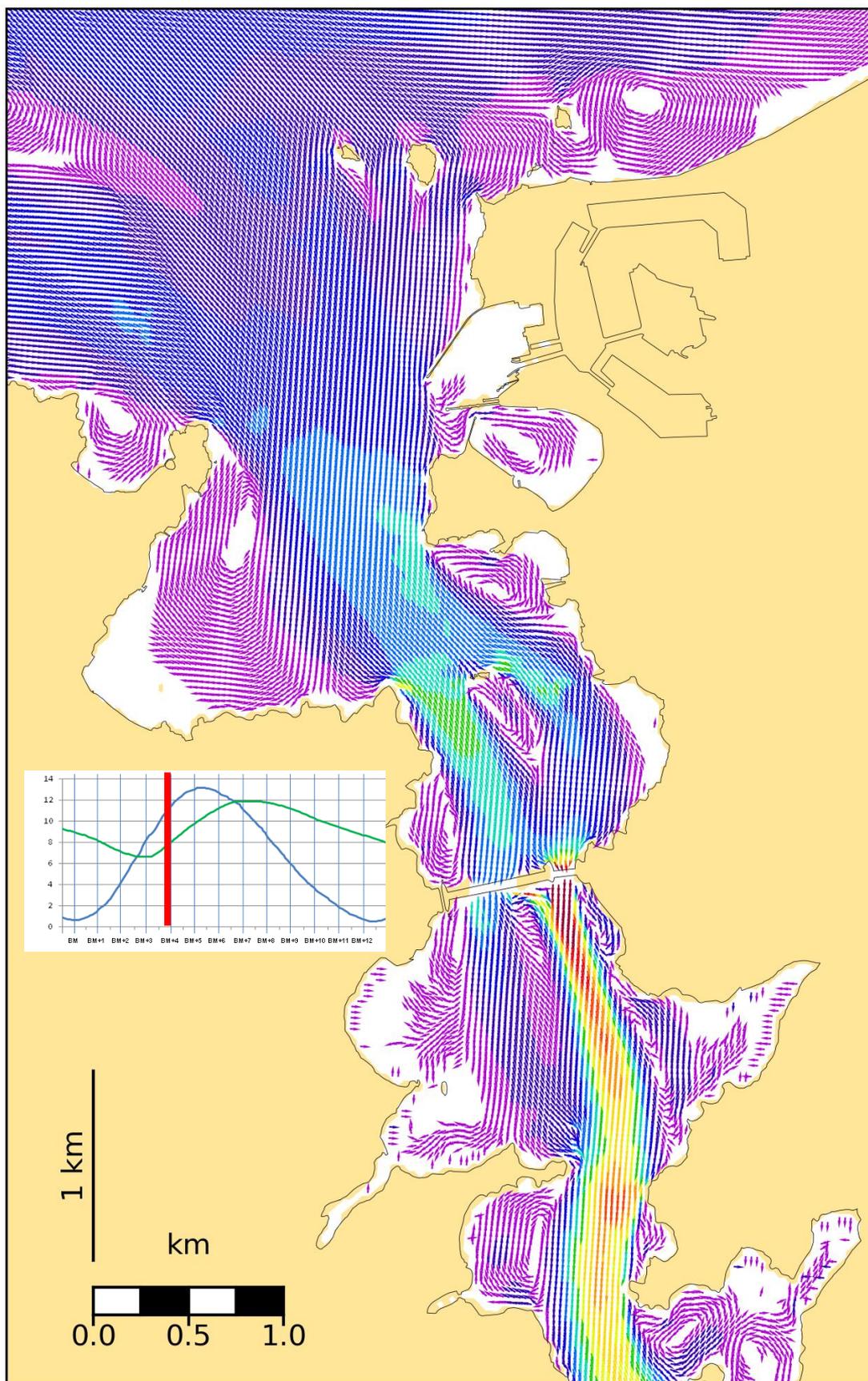
# Courant marée - VE - BM+2H (Réf St Malo) S2



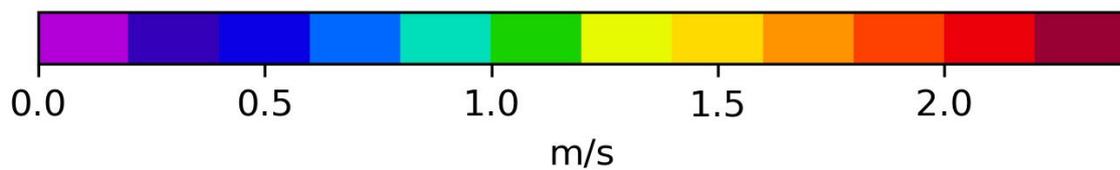
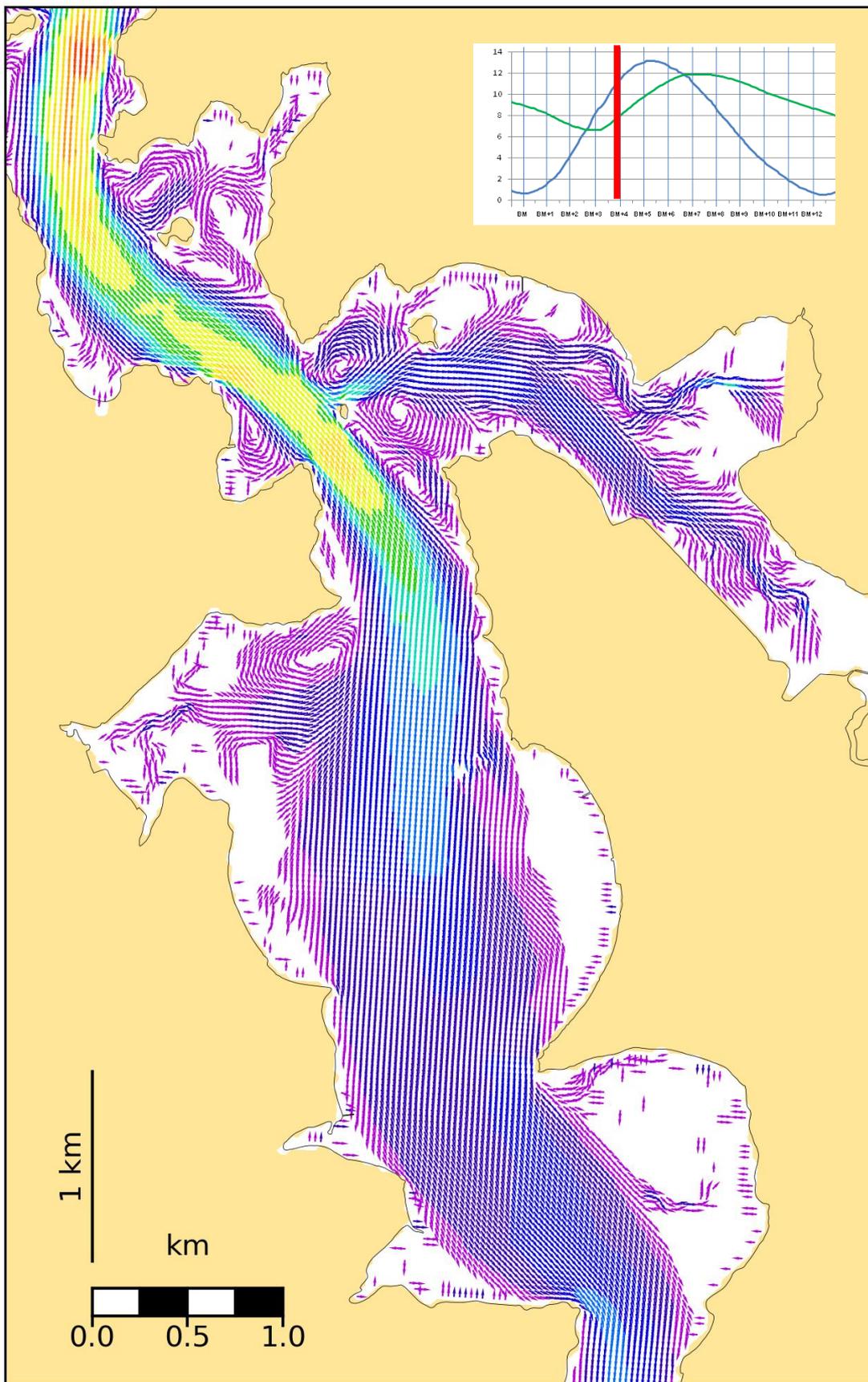
# Courant marée - VE - BM+2H (Réf St Malo) S2



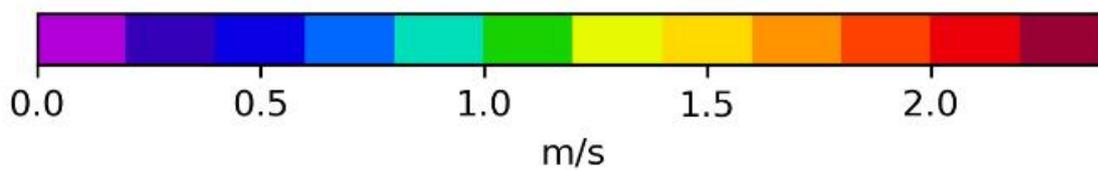
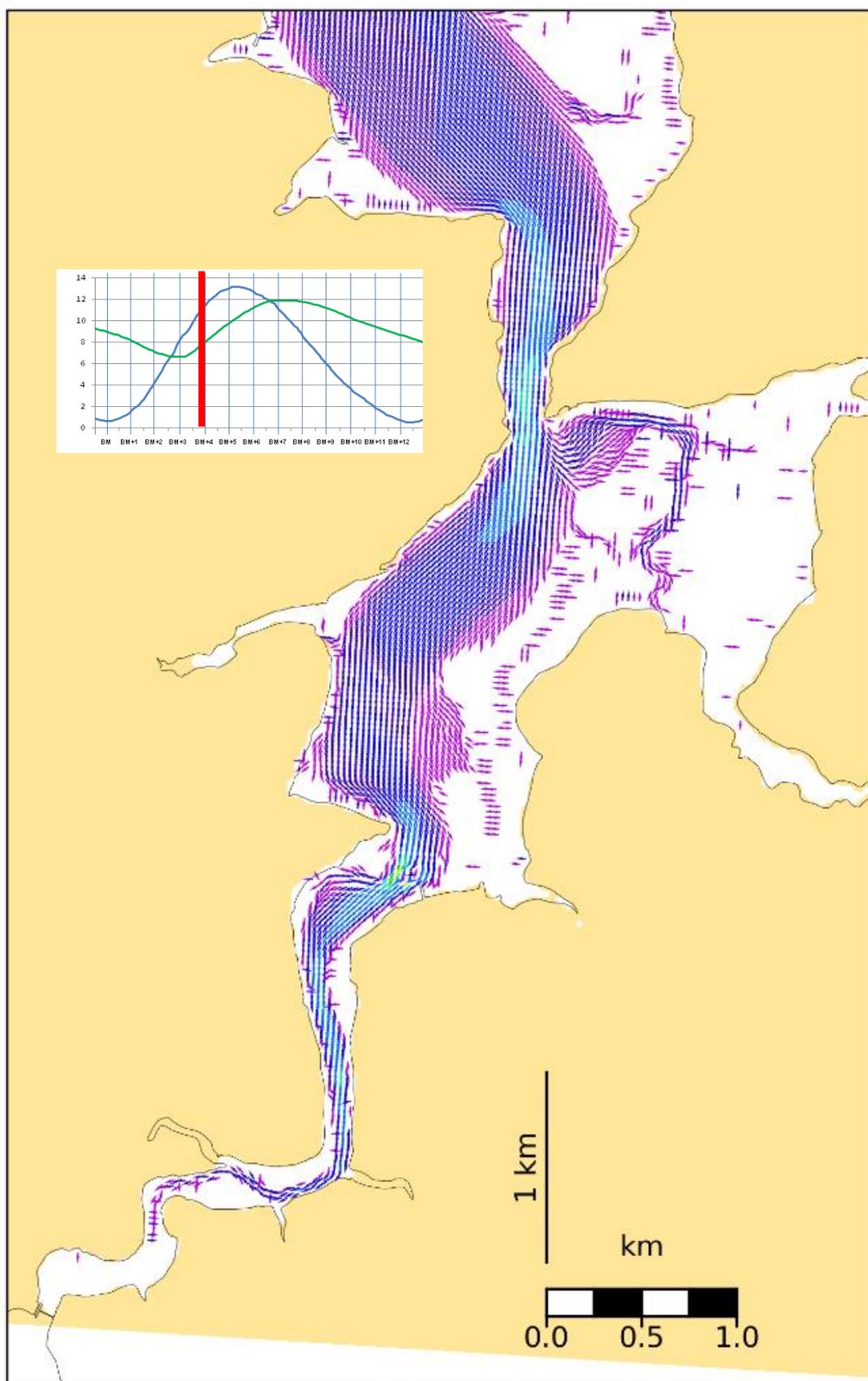
# Courant marée - VE - BM+4H (Réf St Malo) S2



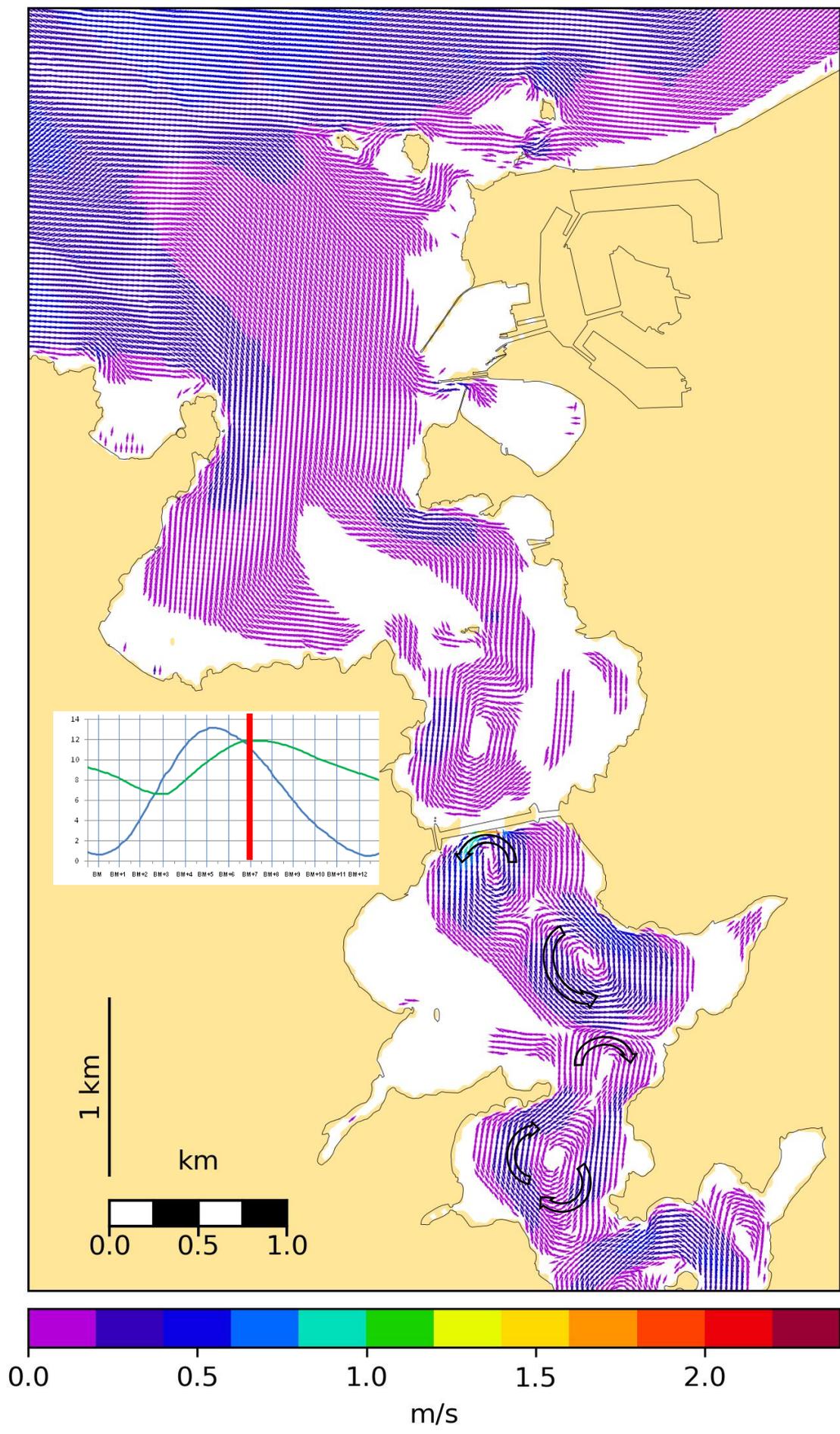
# Courant marée - VE - BM+4H (Réf St Malo) S2



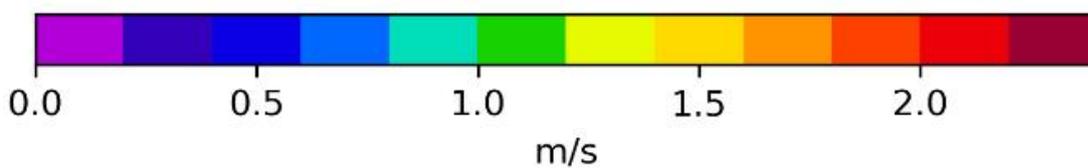
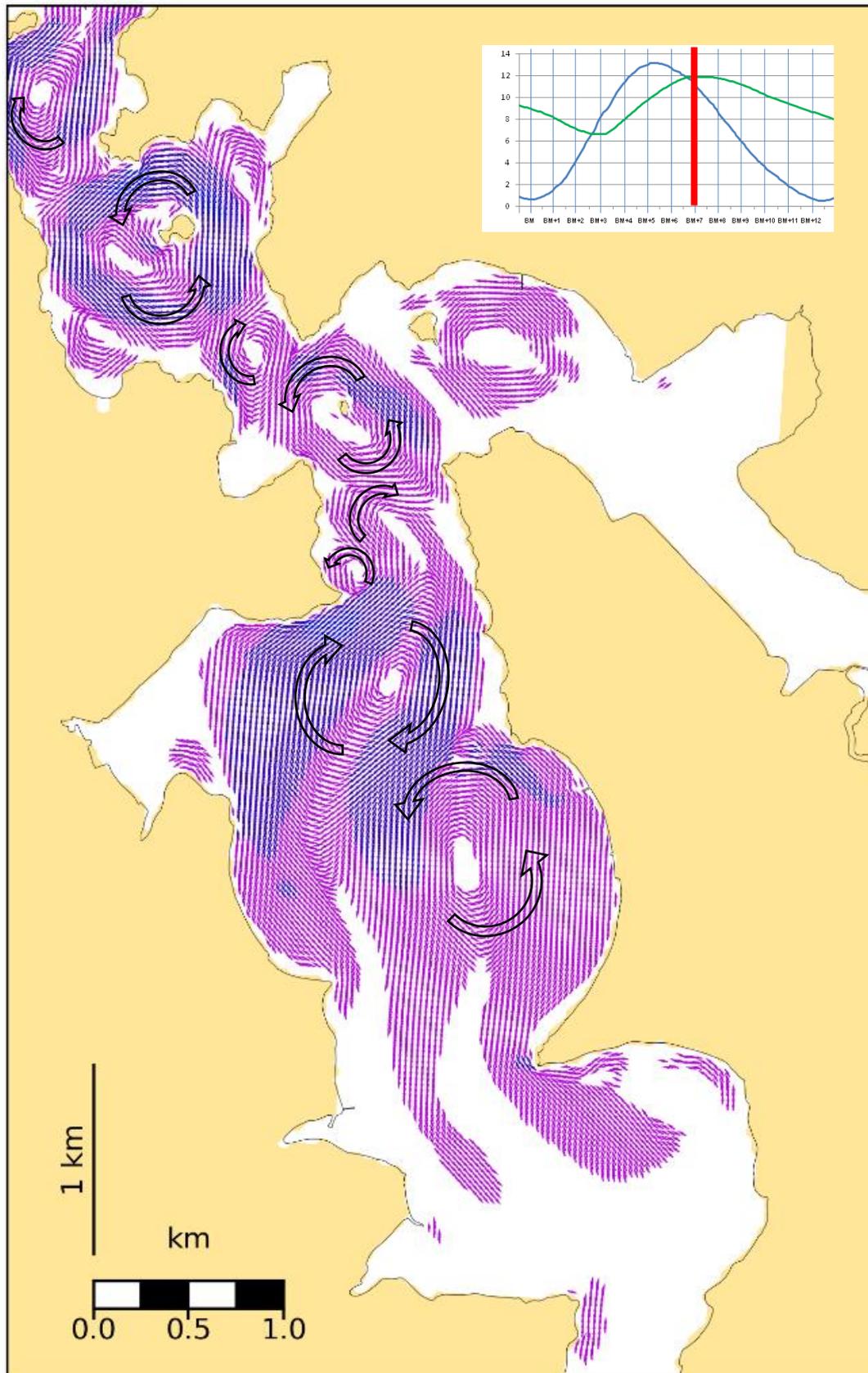
# Courant marée - VE - BM+4H (Réf St Malo) S2



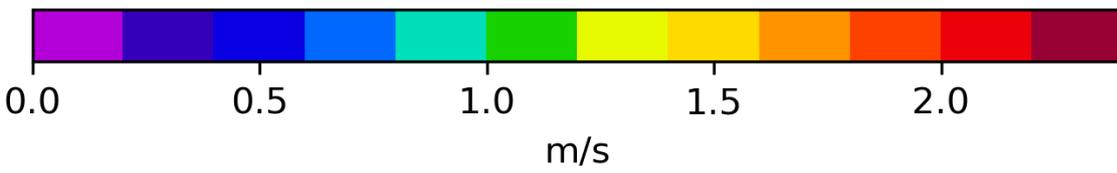
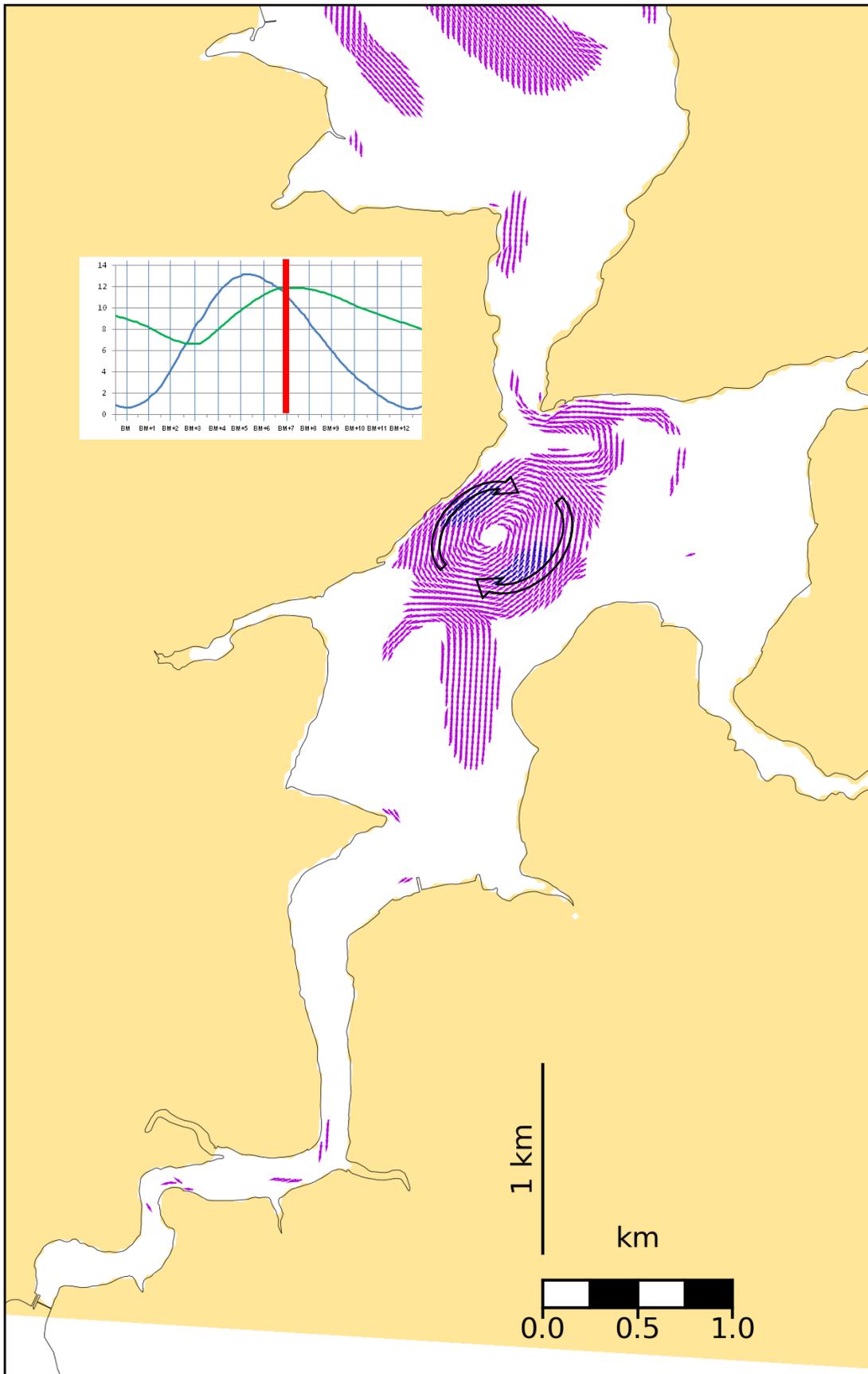
# Courant marée - VE - BM+7H (Réf St Malo) S2



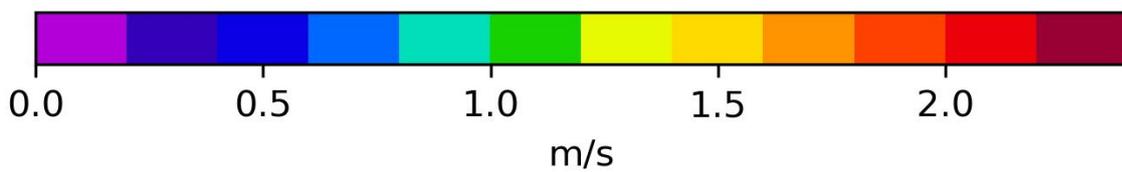
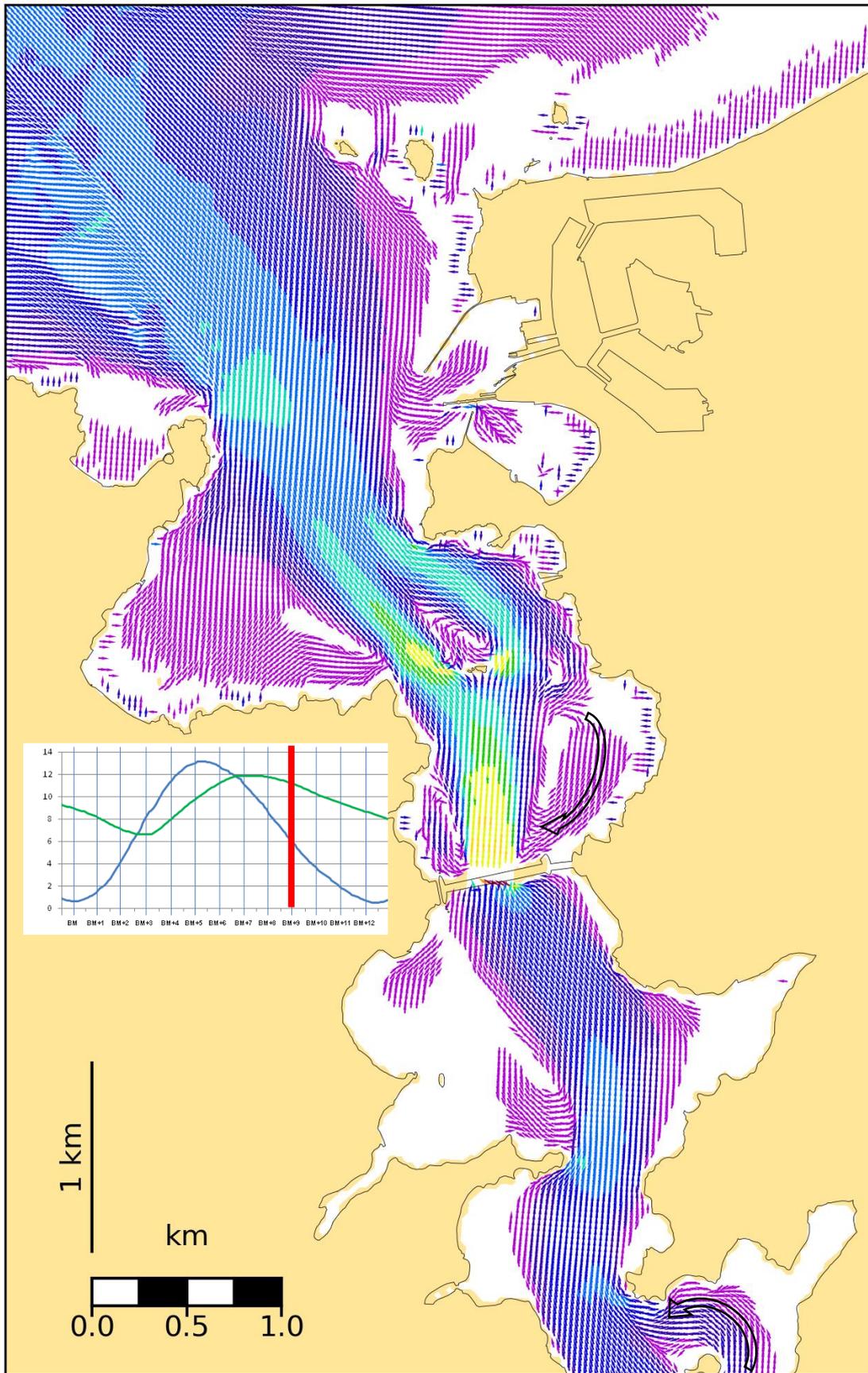
# Courant marée - VE - BM+7H (Réf St Malo) S2



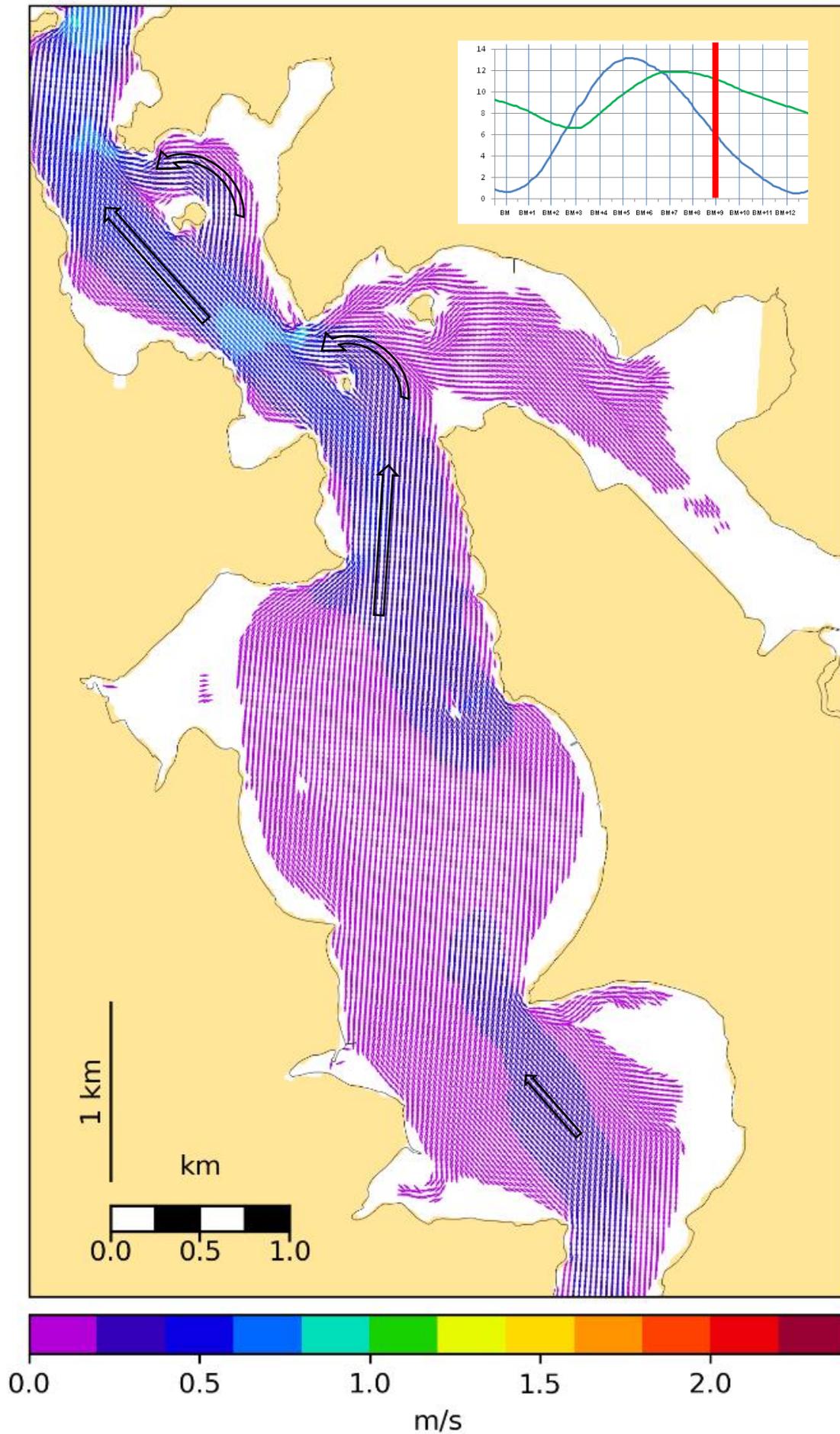
# Courant marée - VE - BM+7H (Réf St Malo) S2



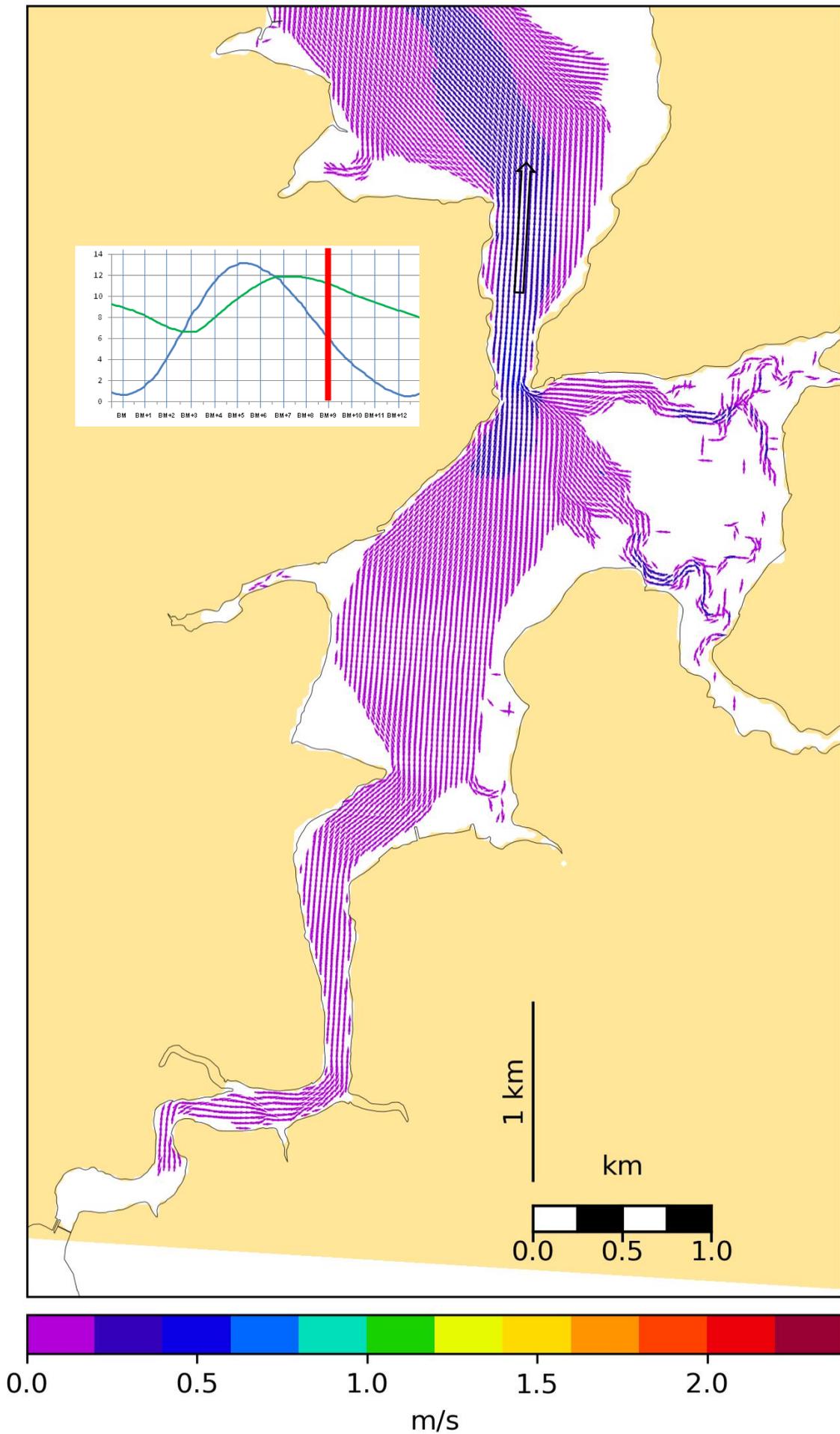
# Courant marée - VE - BM+9H (Réf St Malo) S2



# Courant marée - VE - BM+9H (Réf St Malo) S2



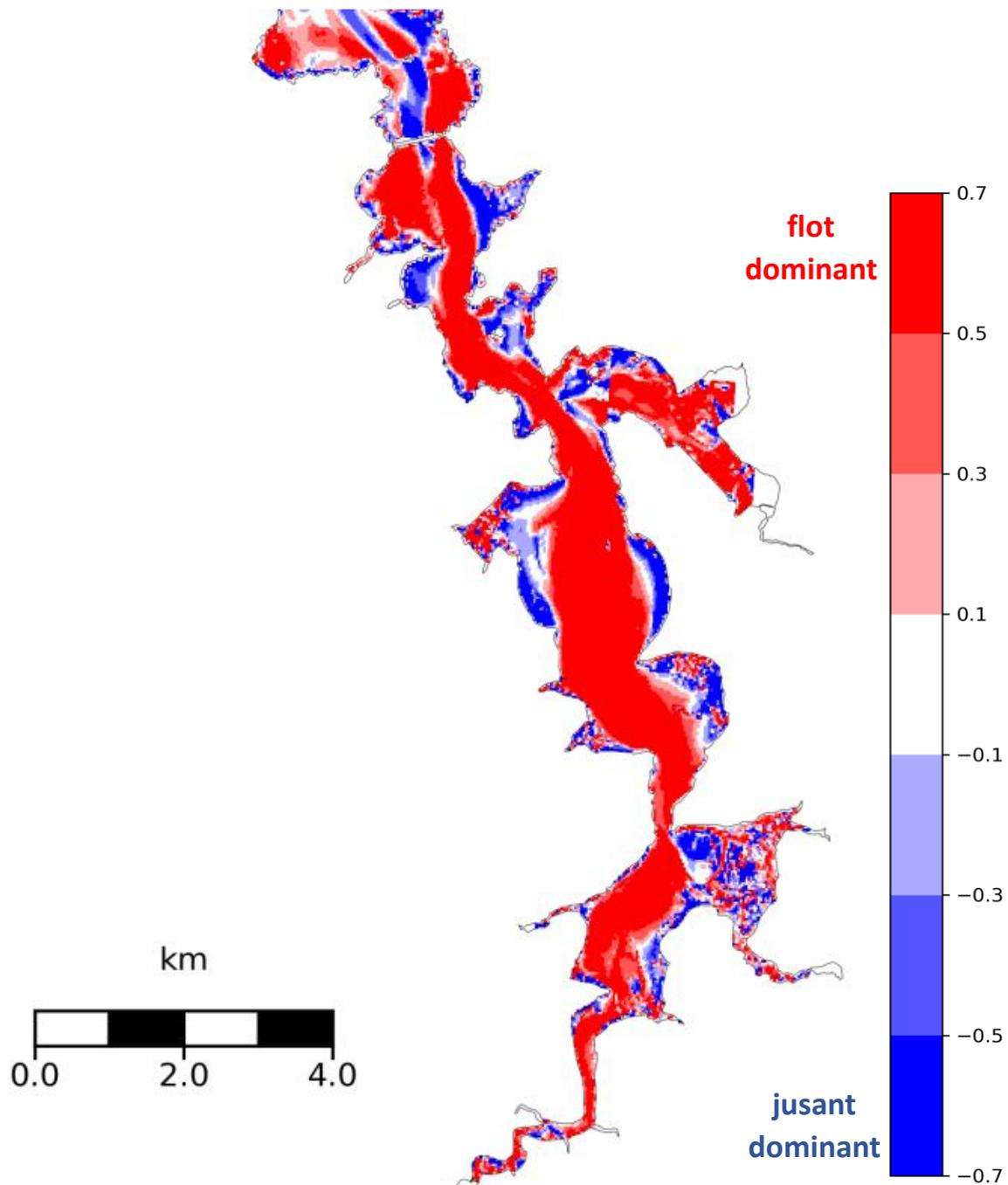
# Courant marée - VE - BM+9H (Réf St Malo) S2



## A2 Asymétrie des courants de marée

La distinction entre flot et jusant est faite selon le signe de la composante sud-nord des vitesses calculées. Mais à l'entrée du bras de Chateauneuf et au sud-est de Port St-Jean, c'est le signe de la composante est du courant qui permet de distinguer flot et jusant.

La figure ci-dessous représente le logarithme du rapport entre le max de flot et le max de jusant. Le log a l'avantage de s'écarter de la valeur neutre de la même façon, que le flot ou le jusant soit dominant (s'ils sont égaux,  $\log(\text{flot}/\text{jusant})=0$ ).



Les structures de flot dominant dans les secteurs plus profonds et de jusant dominant dans de nombreuses baies latérales sont analogues à celles fournies par l'indicateur de Nidzicko et Ralston (2012) (Fig. 10).

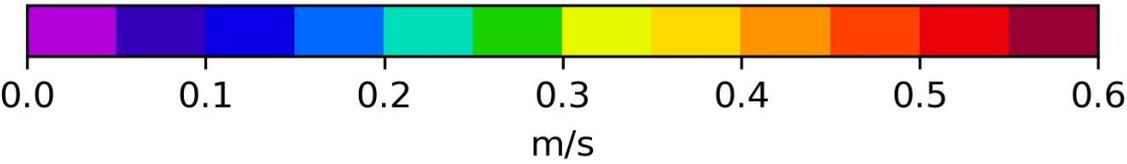
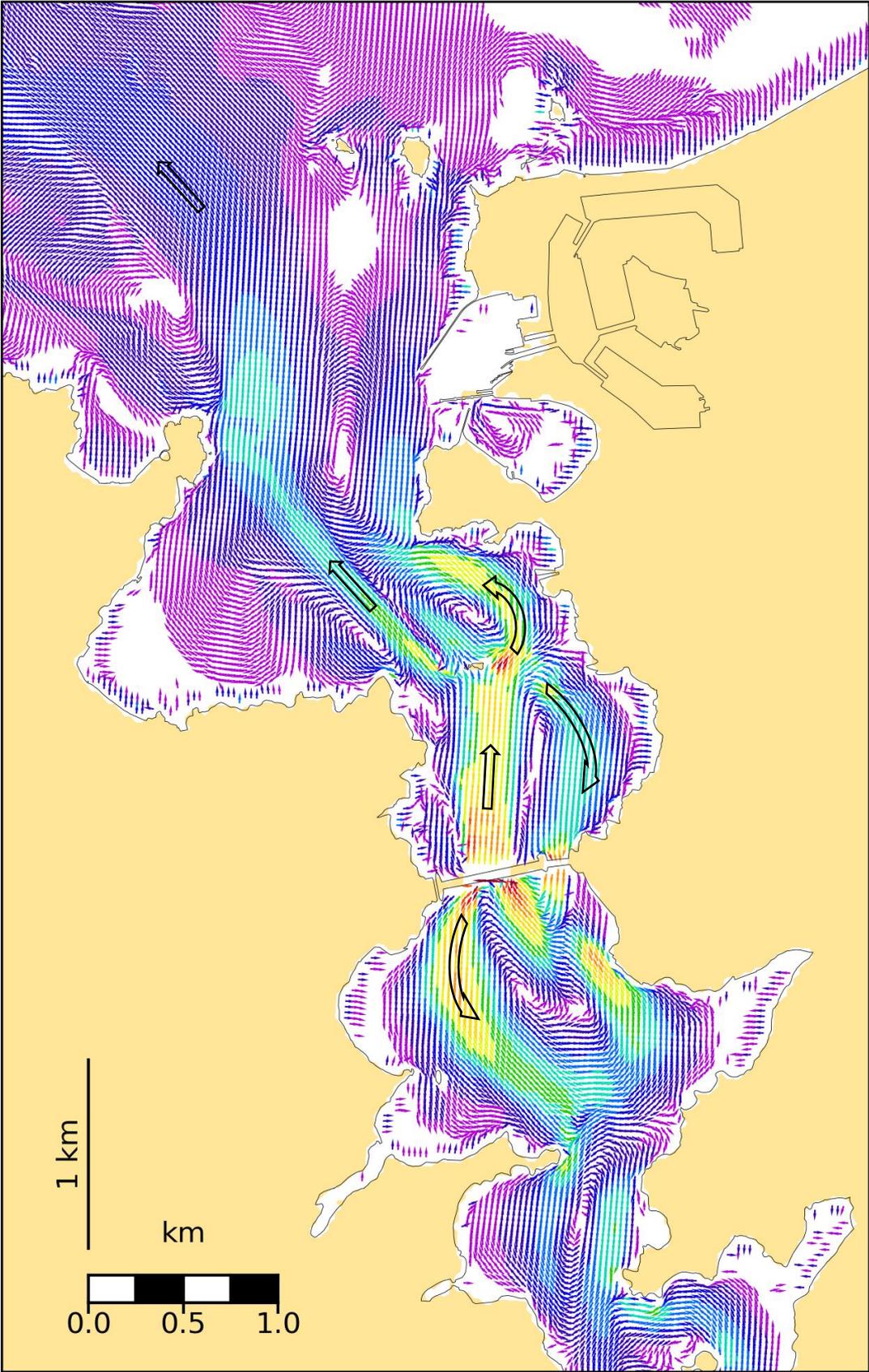
### **A3 Courants résiduels**

Ce sont les moyennes des vitesses obtenues au cours d'un cycle complet vive eau / morte eau (du 18 août au 1<sup>er</sup> septembre 2019). Le débit amont de la Rance, qui n'est pas ici considéré, est susceptible de modifier ces courants moyens en amont de Mordreuc. Les courants résiduels de surface sont illustrés par les trois figures à suivre.

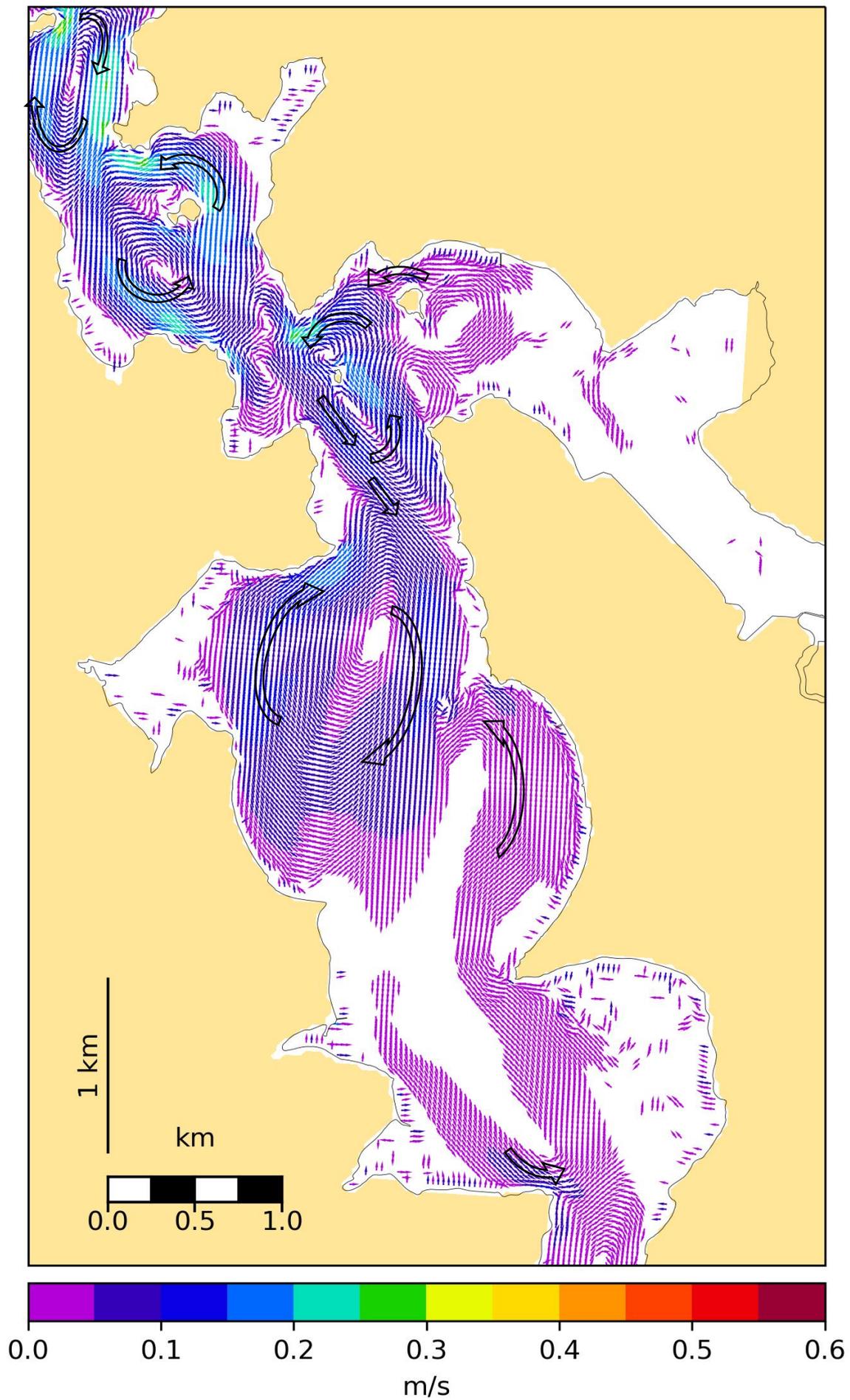
*Les courants résiduels ne représentent pas les déplacements moyens des masses d'eau, car celles-ci changent de secteur constamment au cours de la marée et ne connaissent jamais la même succession de courants que celle relevée en un point fixe. Pour accéder à ces mouvements réels, il est nécessaire de simuler des trajectoires d'éléments fluides qui seraient animés d'un courant réactualisé à chaque instant à leurs nouvelles positions.*

Par contre, les sédiments sableux grossiers ou de taille moyenne se déplacent peu dans la marée et ne sont mobilisés qu'au-delà d'une certaine vitesse. 15 cm/s a été choisi comme un seuil de mobilité représentatif des sables moyens/grossiers, et le sens de déplacement de ces sables peut-être visualisé de façon approximative en considérant la moyenne des courants (à 1 m au-dessus du fond) qui dépassent ce seuil. Les trois figures qui suivent celles des courants résiduels de surface représentent la moyenne des vitesses près du fond (reconstituées à 1m au-dessus du fond, en considérant une rugosité de forme de 1 mm) au cours d'un cycle vive eau / morte eau, prises en compte lorsqu'elles dépassent 15 cm/s.

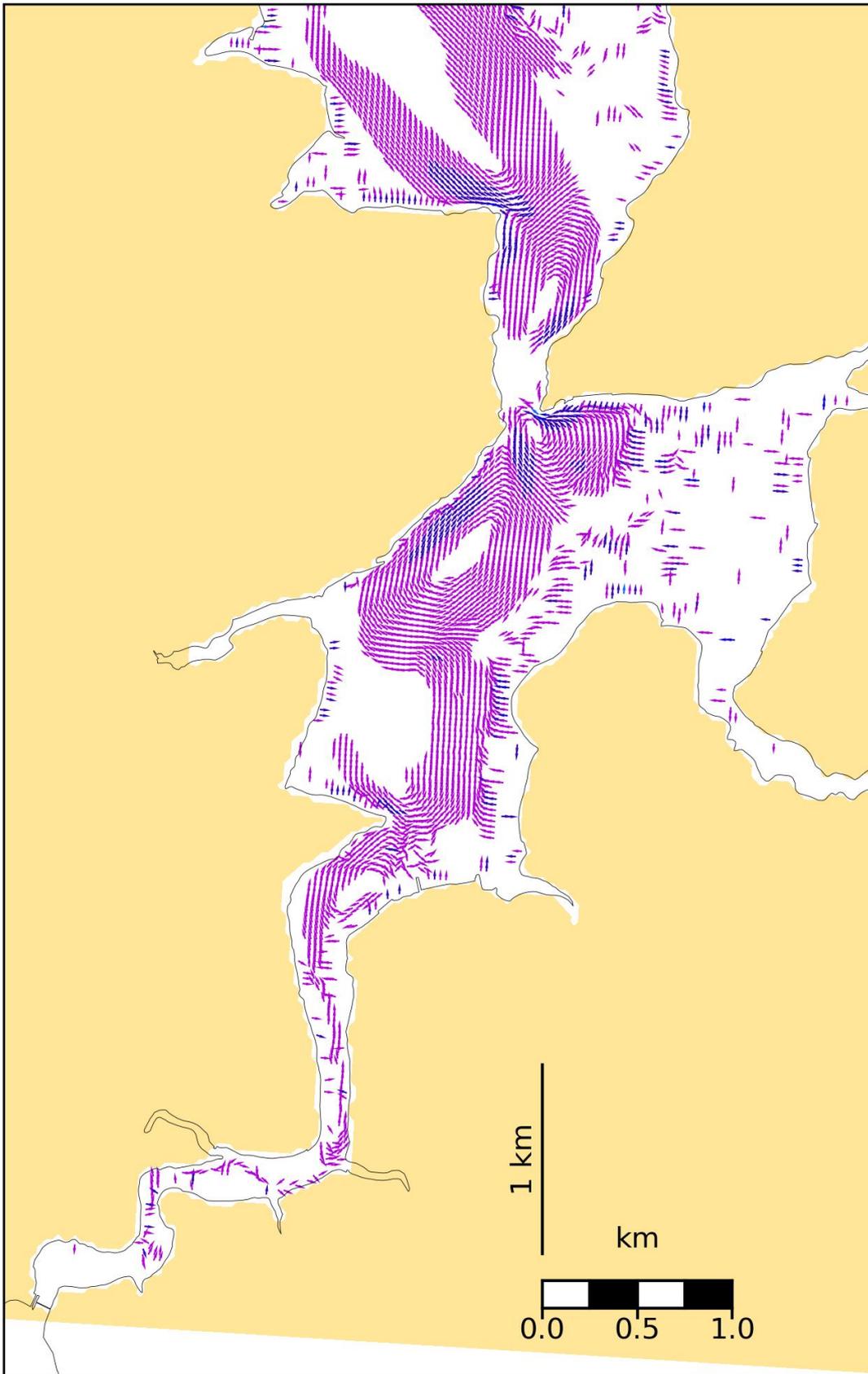
Courant résiduel - Surface - seuil=0.00 m/s S2



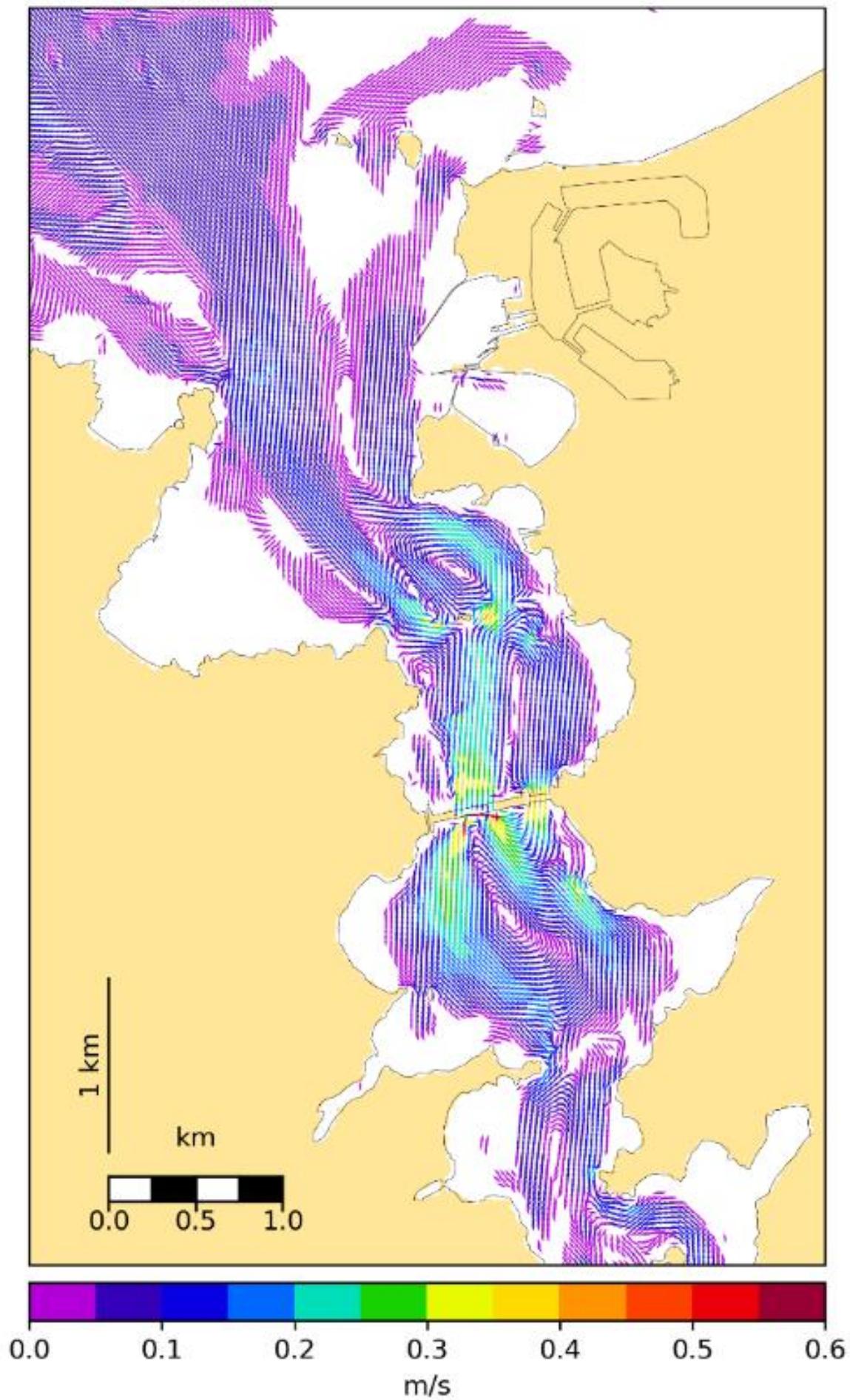
Courant résiduel - Surface - seuil=0.00 m/s S2



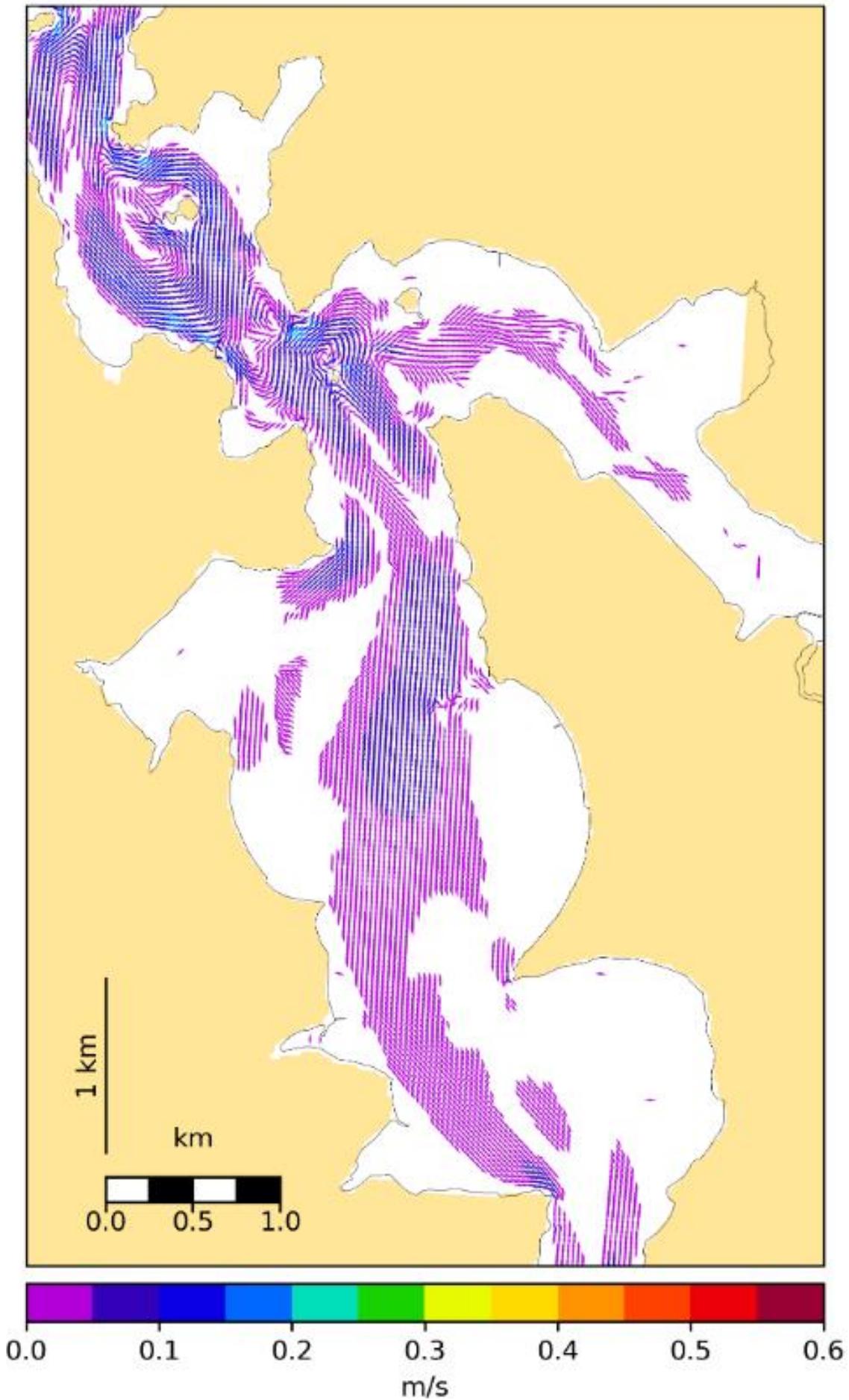
Courant résiduel - Surface - seuil=0.00 m/s S2



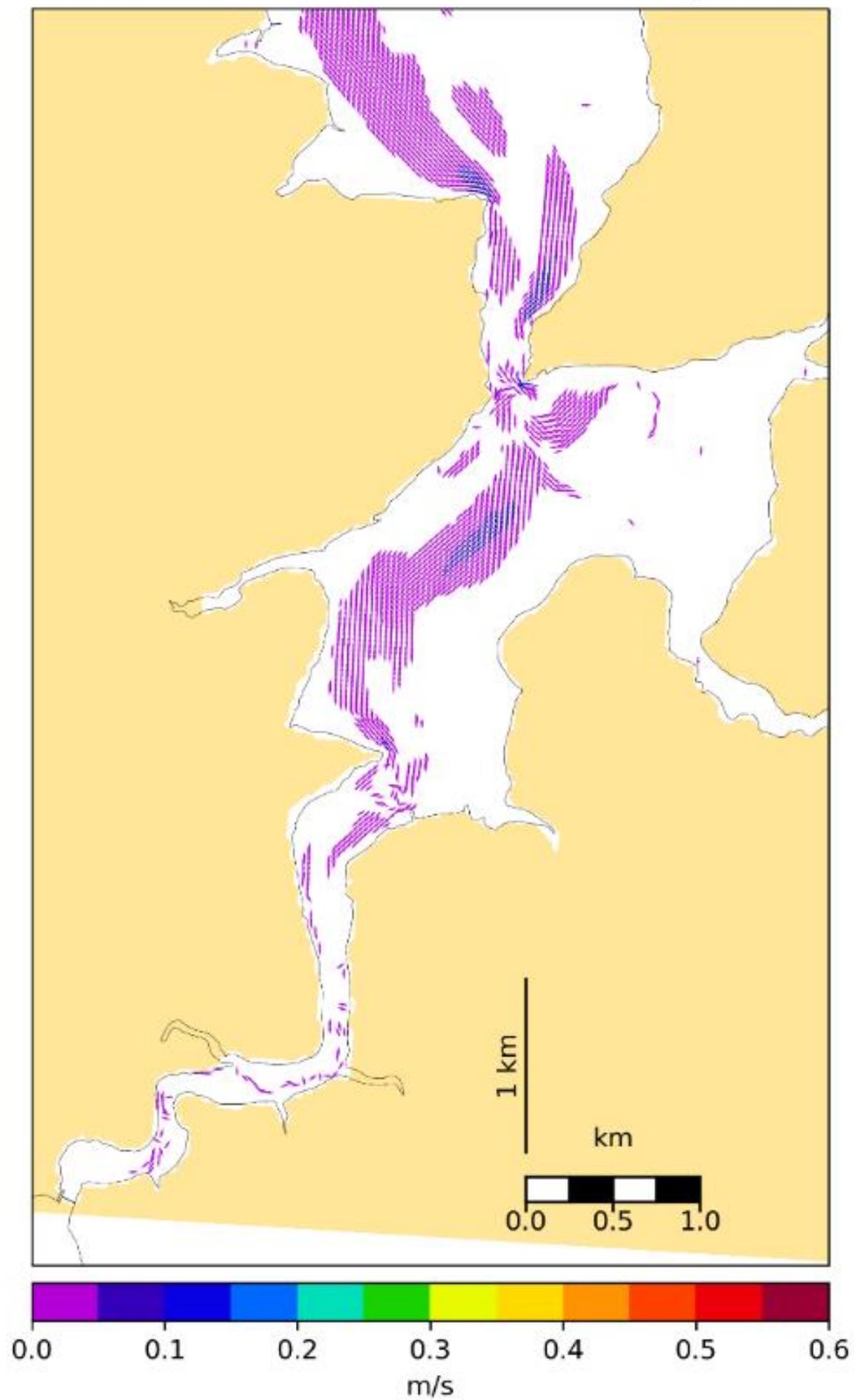
Courant résiduel - Fond - seuil=0.15 m/s S2



Courant résiduel - Fond - seuil=0.15 m/s S2

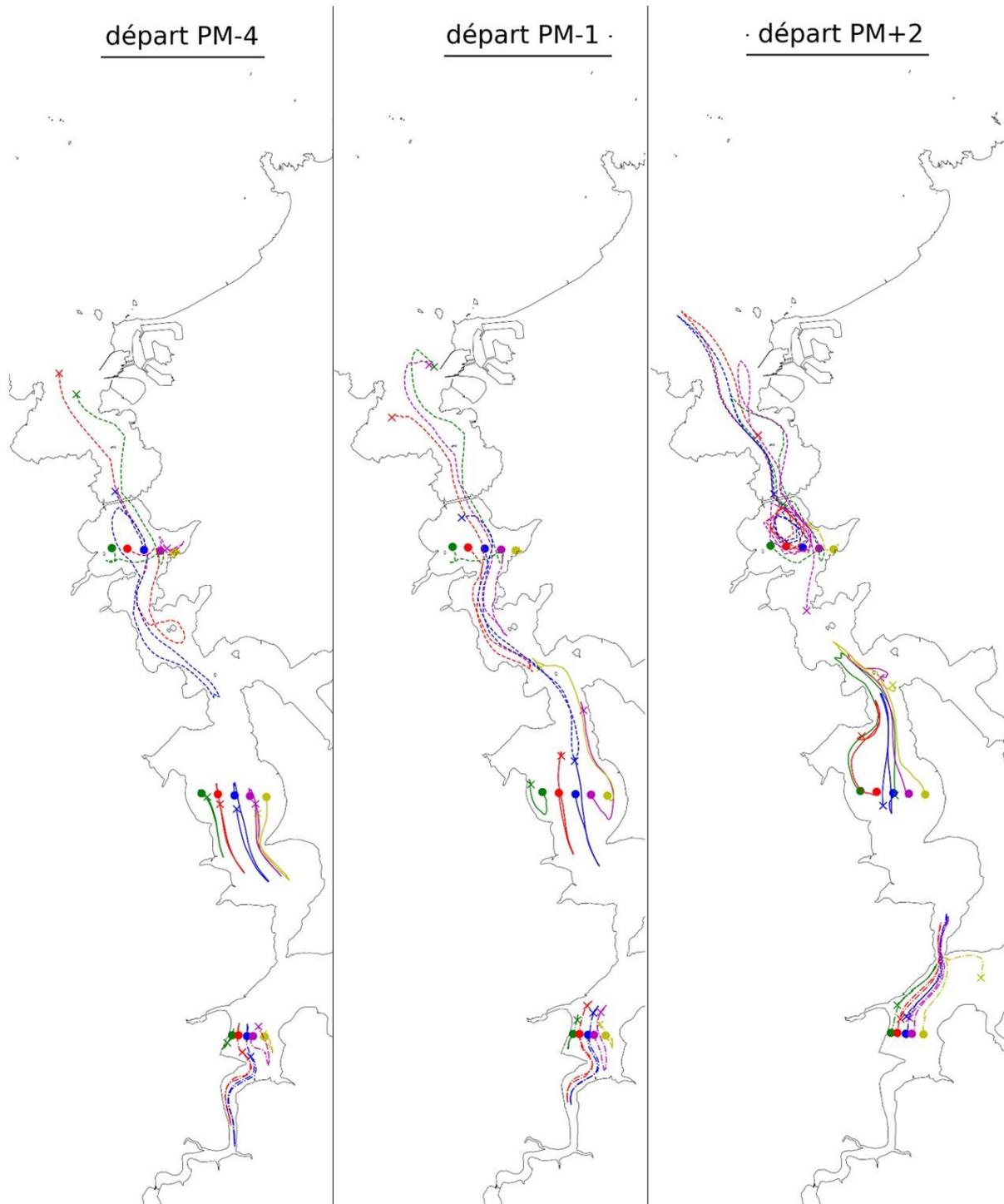


Courant résiduel - Fond - seuil=0.15 m/s S2



#### A4 Trajectoires des masses d'eau en marée de morte eau

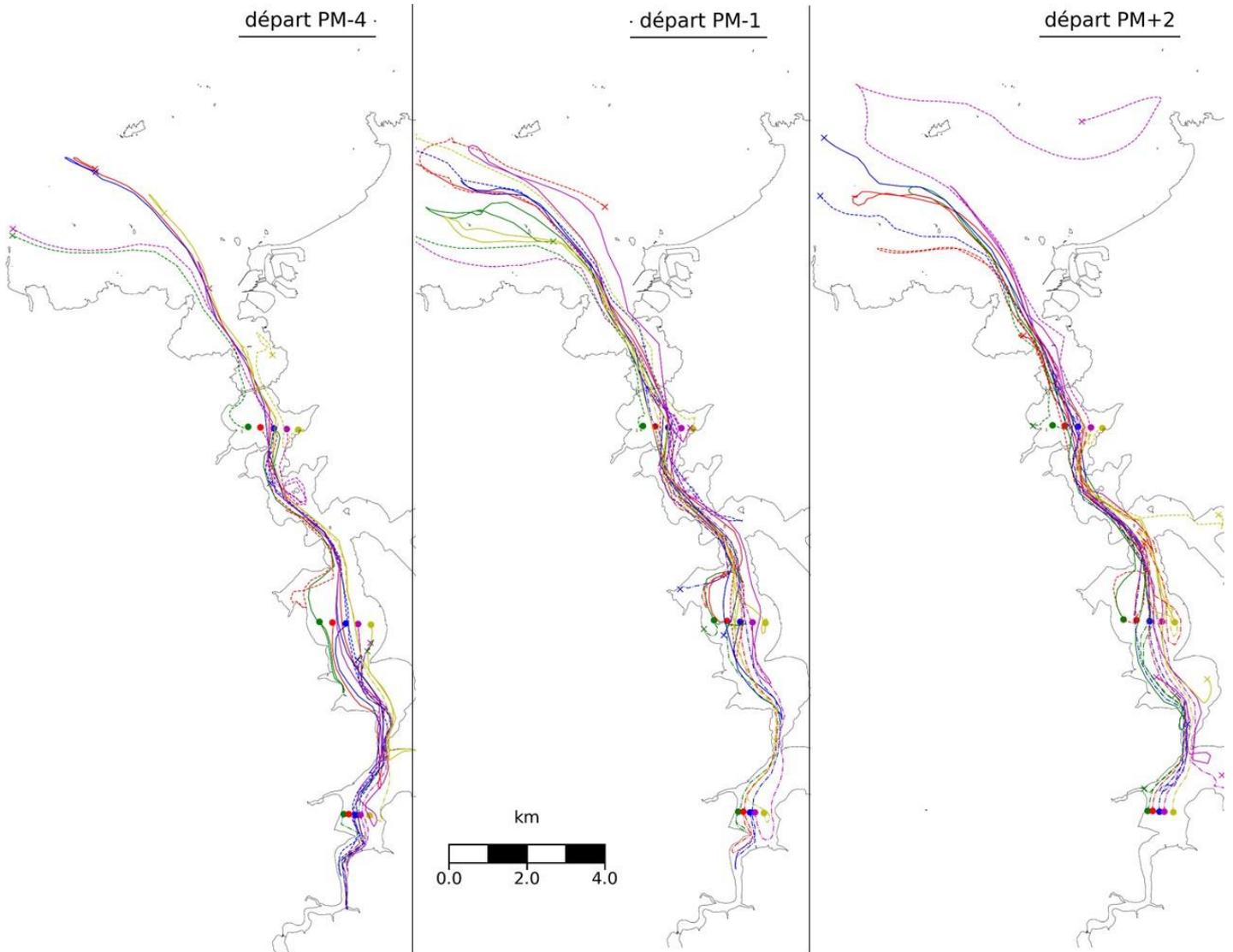
Sont présentées ci-après des simulations de trajectoires aux mêmes instants de départ que sur la figure 14.



**Figure A4 : exemples de trajectoires de masses d'eau simulées en Rance maritime au cours d'une marée de morte eau. L'instant de départ est précisé en haut de chaque carte par rapport à la pleine mer de St-Malo. Les points de départ sont matérialisés par des pastilles de couleur**

## A5 Simulation de trajectoires de masses d'eau dans une configuration sans barrage

Sont présentées ci-après des simulations de trajectoires aux mêmes instants de départ que sur la figure 14, également pour une marée de vive eau, mais dans une configuration sans barrage (avec bathymétrie actuelle)



## A6- Note d'analyse du différentiel bathymétrique 2018-2010

*Etablie par le Conseil Scientifique du Plan de Gestion des Sédiments de la Rance Maritime au printemps 2020, réactualisée hiver 2022*

### A6.1- Données utilisables

Un relevé topographique à haute résolution LIDAR de l'ensemble du bassin maritime de la Rance (initiative Ifremer) a été effectué en 2009, complété par des levés bathymétriques multifaisceaux pour les chenaux et autres secteurs plus profonds en 2011. Un modèle numérique de terrain (MNT) à 5 m de résolution a pu être établi en concaténant les informations issues de ces relevés (initiative EDF/MESURIS). Dans la suite, pour simplifier, cette topo-bathymétrie reconstituée (et composite) est attribuée à l'année 2010.

En 2018, EDF a fait procéder à de nouveaux levés multifaisceaux de l'ensemble de l'estuaire, complétés par une couverture LIDAR. Un MNT à 1m de résolution a été produit en concaténant l'ensemble de ces informations.

Ces deux topo-bathymétries de l'estuaire de la Rance ont l'intérêt d'être "précises", de l'ordre de 20-25 cm en vertical, à haute résolution horizontale, d'être récentes et distantes dans le temps d'environ 8 ans. Ceci présente un double avantage dans une perspective d'analyse du bilan sédimentaire : d'une part la distance temporelle relativement large permet de réduire l'effet des incertitudes des mesures, d'autre part le caractère récent des couvertures nous informe de la tendance actuelle du bassin, en s'affranchissant des modifications importantes qui ont pu se produire pendant la vingtaine d'années suivant la mise en service de l'usine marée-motrice (UMR). En outre au cours de la période 2010-2018 le fonctionnement de l'UMR s'est partiellement régularisé par rapport à ce qu'il était dans les années 90.

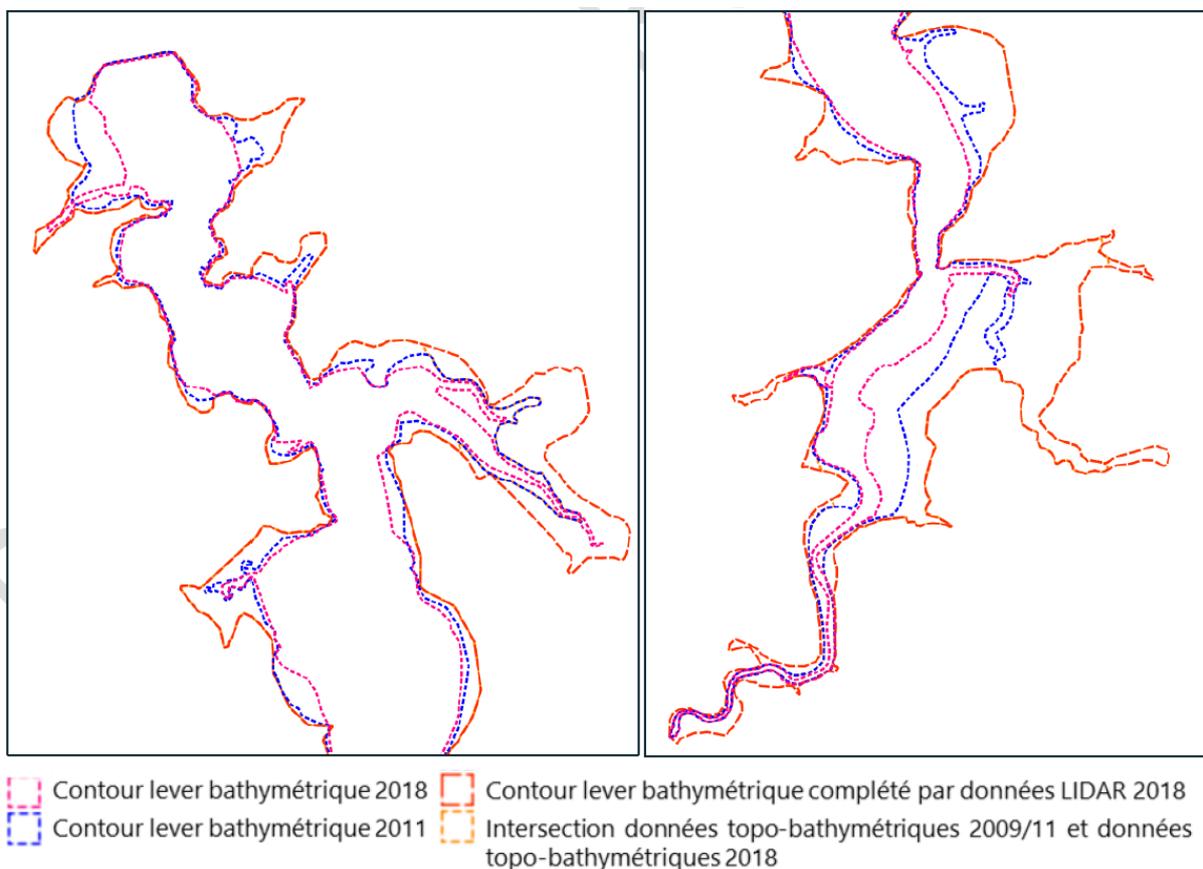
Tous ces éléments nous incitent à tenter de caractériser le bilan sédimentaire du bassin maritime à partir du différentiel bathymétrique entre 2010 et 2018. Il faudra attendre un laps de temps très long avant de retrouver des conditions aussi favorables, car même si des couvertures LIDAR sont régulièrement entreprises à partir de ce jour, l'imprécision de chacune d'elle restera élevée devant l'ordre de grandeur des érosions/dépôts annuels et ce n'est qu'au bout de 5 à 10 ans qu'on pourra espérer des évaluations fiables par rapport aux incertitudes, donc au-delà de la durée du plan de gestion expérimental 2018-2023 ... L'estimation d'une tendance à partir de deux informations ignore une possible variabilité inter-annuelle voire intra-annuelle si les deux campagnes de mesure ne sont pas faites à la même saison. Dans le cas spécifique du bassin maritime de la Rance, totalement abrité des houles du large, caractérisé par une marée lissée, et des apports amont faibles et eux-mêmes filtrés par la chenalisation en amont et le barrage-écluse du Châtelier, nous considérons qu'une telle variabilité doit être faible. Ce sont plutôt les dragages du chenal ou les opérations sur le piège de Lyvet qui sont susceptibles d'influencer le bilan sédimentaire, mais cela concerne des quantités connues.

Il est à noter qu'à notre connaissance la précédente couverture bathymétrique d'ensemble de l'estuaire de la Rance date de 1957, et qu'une analyse du différentiel bathymétrique entre 1957 et 2009/2011 a été réalisée par EDF/MESURIS en 2016, faisant l'objet d'une évaluation par le CEREMA. Tous les acteurs s'accordent pour dire que le résultat est très incertain, en particulier à cause de la grande imprécision des techniques de mesures en 1957. **Nous pensons que ce différentiel pourrait être réévalué en "blanchissant" les secteurs (très nombreux) où le différentiel est en valeur absolue**

inférieur à l'incertitude (typiquement 50 cm, à confirmer). Nous préconisons que ce différentiel très entaché d'incertitude soit alors diffusé par EDF, avec toutes les précautions nécessaires, puisqu'une demande locale forte a été exprimée à ce sujet.

#### A6.2- Différentiel "brut" 2018-2010

Un premier différentiel a été produit en 2020 par la société Egis dans le cadre de son contrat d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) pour le plan de gestion des sédiments de la Rance. Pour cela, Egis a créé un fichier "raster" (.tif) des différences entre les fichiers concaténés de 2009-2011 et de 2018, à une résolution de 5x5 m, limité à «l'intersection» de ces deux fichiers (enlèvement des zones couvertes par une des deux campagnes et pas l'autre), représentée par les contours suivants (figure A6.1).



**Figure A6.1 : comparaison des emprises des levés topo-bathymétriques de 2018 et 2009-2011** (d'après Egis-Idra 2019)

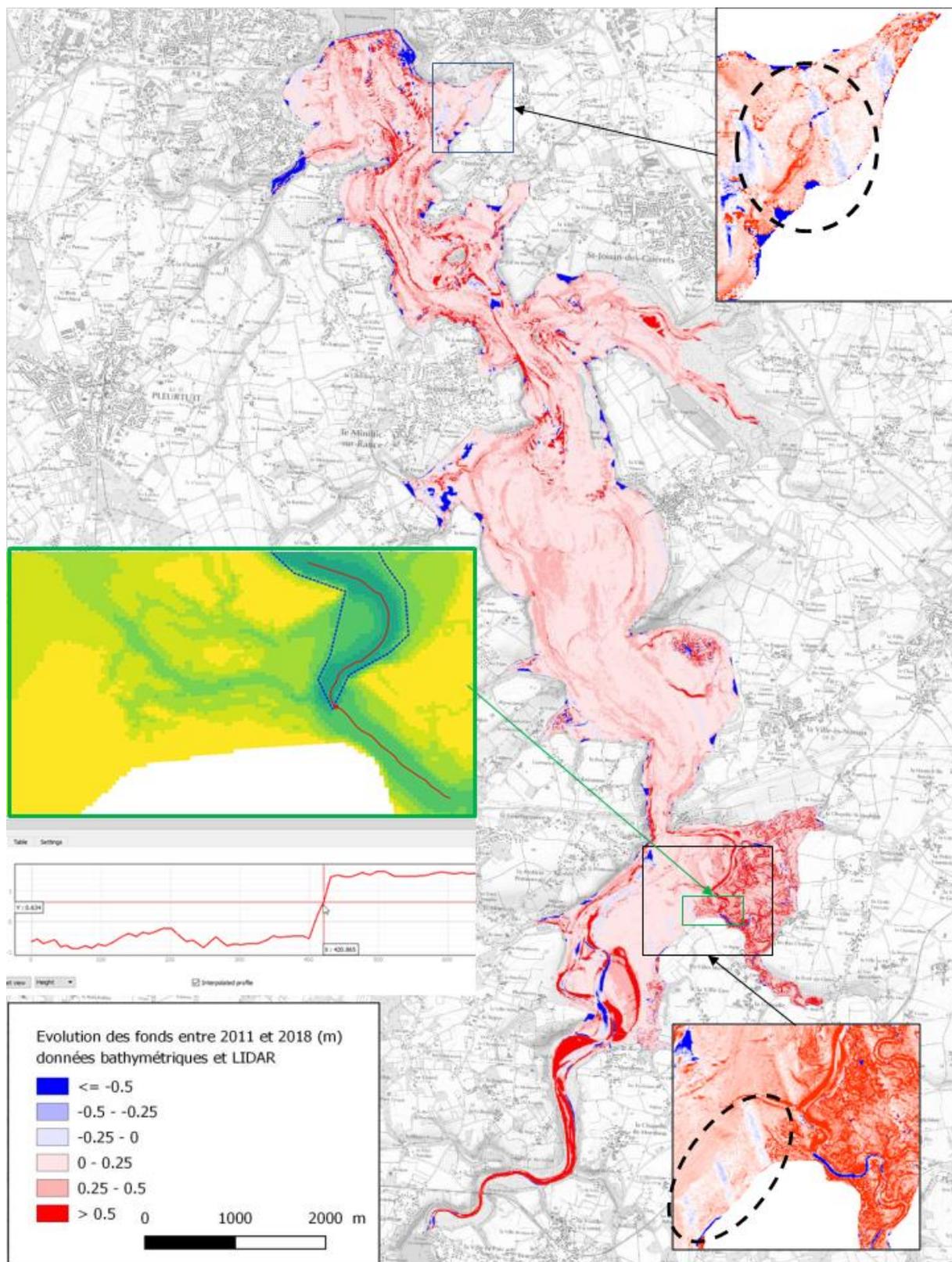
Les résultats du différentiel sont représentés par la figure A6.2. Le bureau d'études Egis a remarqué au moins deux types d'artefacts sur ce différentiel, visibles sur la figure 2. D'une part, des trainées de direction Sud-Est / Nord-Ouest apparaissent sous forme d'une érosion de 15 à 20 cm en certains secteurs parmi les moins profonds, qui ont leur origine dans le relevé LIDAR de 2009, et qui selon Egis pourraient correspondre aux recouvrements de deux passages d'avion. Ces artefacts sont soulignés dans les ovales des zooms de la figure A6.2. D'autre part, des discontinuités apparaissent dans les parties supérieures de certains chenaux, comme montré dans la coupe figurant sous le zoom encadré

en vert de la figure A6.2. Ces derniers artefacts sont probablement liés au fait que l'information issue de l'image LIDAR 2009 n'est pas bonne lorsque la hauteur d'eau est trop importante : en effet le faisceau LIDAR pénètre peu dans l'eau, c'est pour cela que l'indication LIDAR est privilégiée sur les estrans, alors que les données issues des sondeurs bathymétriques sont retenues dans les secteurs les plus profonds. Sur la coupe de la figure A6.2, l'élévation du thalweg à gauche de la "marche" est extraite du fichier bathymétrique de 2011 (limité par le pointillé bleu sur la carte zoom) tandis qu'à droite de la marche elle est issue de l'image LIDAR de 2009, très nettement relevée. Cet artefact n'étant pas rencontré sur la donnée LIDAR de 2018, le différentiel se traduit par une érosion artificielle très forte à cet endroit (visible en bleu foncé sur le différentiel bathy de la figure A6.2, et/ou du zoom en bas à droite). Ces biais sont très importants, mais concernent des surfaces extrêmement réduites à l'échelle du bassin maritime de la Rance. Il en est de même des artefacts du premier type (traînées bleues sur le différentiel), de telle sorte que ces anomalies ne sont pas jugées critiques pour rejeter le différentiel bathymétrique et les calculs de bilan sédimentaire.

La question qui demeure est donc le crédit que l'on peut accorder au différentiel global ainsi obtenu sur l'ensemble de la zone, estimée par le BE Egis à une sédimentation nette de  $3.65 \text{ M m}^3$ , correspondant à un apport net annuel de l'ordre de  $460\,000 \text{ m}^3$ , et qui se traduit par une écrasante proportion de surface en accrétion visible sur la figure A6.2 (dominance du rouge plus ou moins pâle).

### **A6.3- Recherche d'un éventuel décalage entre les levés**

Afin de vérifier qu'il n'y avait pas de biais évident entre les deux levés composites (de type décalage uniforme, ou progressif entre un bord et son opposé), un premier travail de validation du différentiel bathymétrique a été mené en collaboration avec le laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux (Vincent Hanquiez, comm. pers.). Ce travail a consisté à identifier des secteurs qui ne devaient normalement pas changer d'altitude (bordure de quais, cales, routes, constructions à toit plat...) et qui figuraient sur les deux levés LIDAR, en s'aidant de photographies aériennes. Les sites figurent en encadrés rouges sur la figure 3 : ils sont assez bien répartis sur l'ensemble du bassin maritime (du nord au sud, d'une rive à l'autre). Pour chacun d'eux, un nombre variable de points (jusqu'à 37 par site) co-localisés en horizontal (à moins de 2 m) dans les deux MNT ont été sélectionnés. Les différences entre les deux MNT sont reportées pour tous ces points dans le tableau Excel reproduit sur la figure A6.3.



**Figure A6.2 : Différentiel topo-bathymétrique 2018-2011 (données topo-bathymétriques 2018, données bathymétriques 2011 et LIDAR 2009), d'après EGIS (2020)**

- zooms de droite : mise en évidence des artefacts sous forme de bandes parallèles en érosion
- zoom de gauche : mise en évidence d'une discontinuité artefactuelle de l'élévation d'un chenal

On note qu'en chacun des sites il y a des points pour lesquels les écarts entre les deux levés sont inférieurs à 10 cm (surlignés en vert foncé dans le tableau), ce qui montre qu'il ne semble pas y avoir de décalage systématique important entre les topo-bathy, pour chacun des sites, et encore moins pour l'ensemble. D'autre part les écarts min et max en chaque site sont souvent de signes opposés, et aléatoirement distribués sur l'ensemble du bassin. Enfin les valeurs moyennes des écarts en chaque site restent de l'ordre de  $\pm 10$  cm. On peut conclure qu'il y a bien une incertitude sur le différentiel bathy (les écarts sont souvent supérieurs à 20 cm), mais pas de biais systématique pouvant donner lieu à une correction relativement simple.

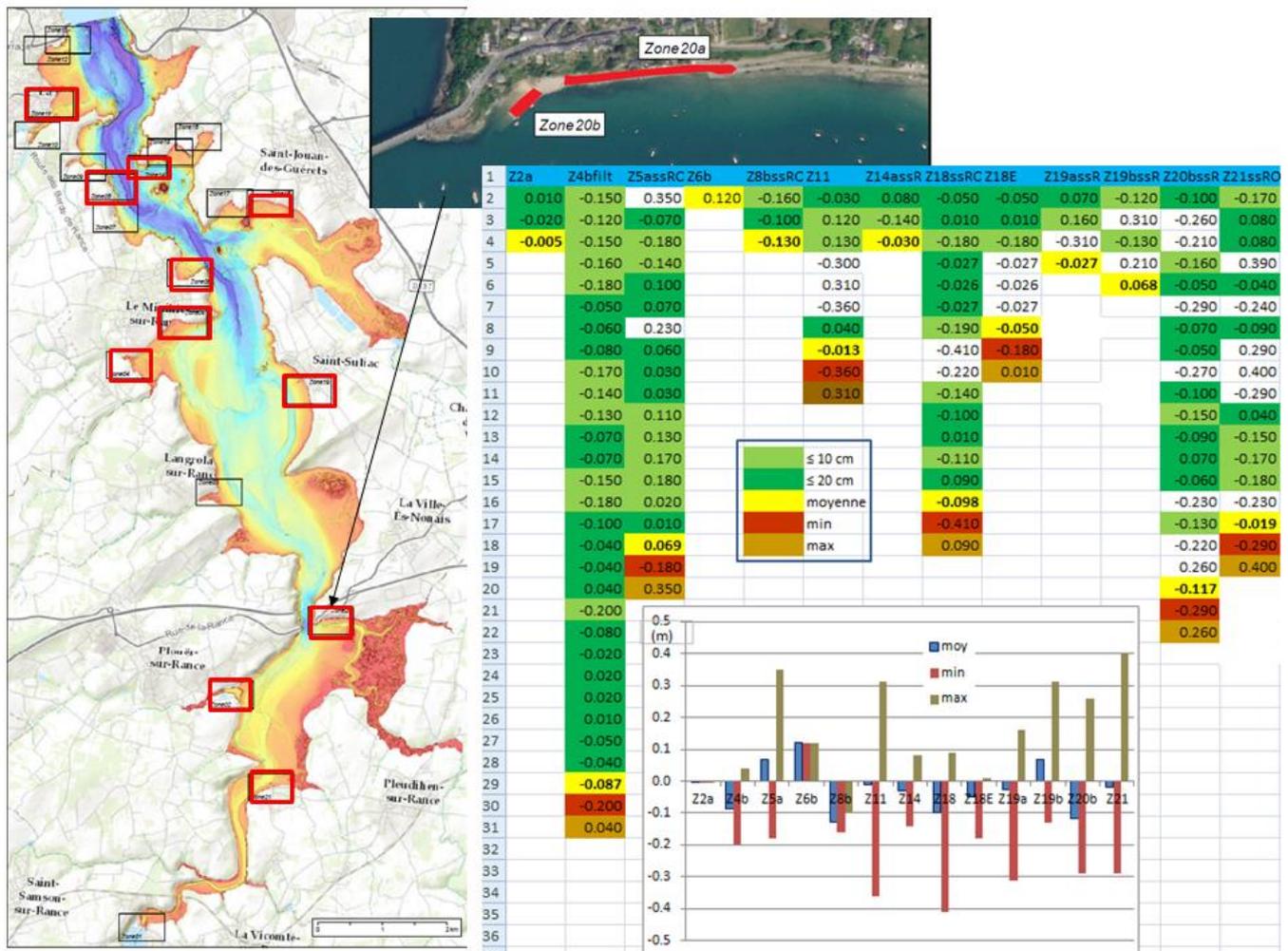
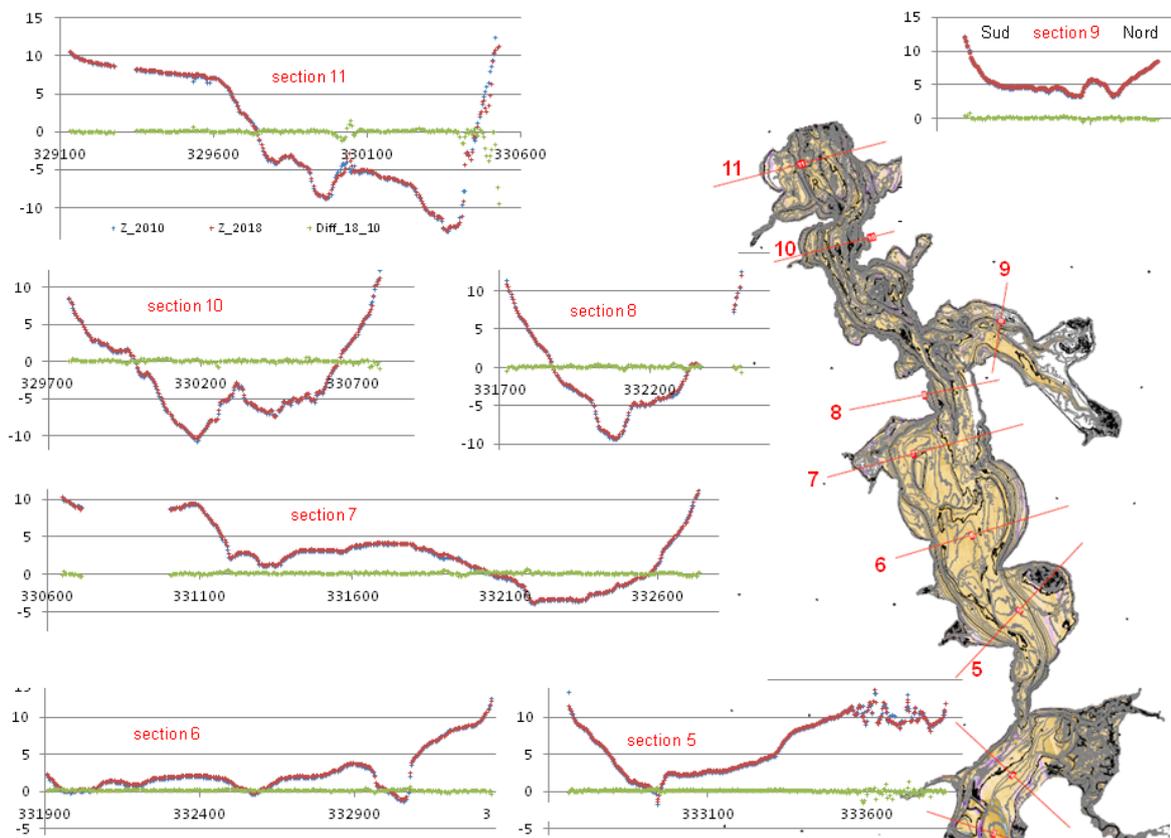


Figure A6.3 : relève des écarts entre les levés de 2010 et 2018 en quelques points "fixes" répartis dans le bassin maritime de la Rance. La photo illustre la situation des points de la zone 20 correspondant à Port St-Jean, que l'on retrouve dans la colonne "Z20bssR" (certains points de cette zone 20b, pour lesquels les écarts étaient supérieurs à 50 cm, ont été ignorés, considérant qu'ils n'étaient pas fixes)

#### A6.4- Diagnostic sur les incertitudes

Afin d'évaluer la vraisemblance de l'accrétion faible mais très étendue constatée sur la figure A6.2, des coupes ont été réalisées, et sont présentées figures A6.4, A6.5 et A6.6.

Il est frappant de voir qu'à de rares exceptions près, au nord de la cluse de port St-Jean (Fig.A6.4) l'accrétion est quasi uniforme, de l'ordre de 15-20 cm en moyenne, conformément à ce que révélait la figure A6.2. Cette accrétion apparaît souvent bruitée, avec des oscillations du même ordre de grandeur. Ainsi la figure A6.6 reprend-elle deux exemples typiques des sections au nord des ponts routiers. La section 10, caractérisée par deux chenaux bien marqués, montre une accrétion bruitée, sans structuration cohérente avec le relief du fond. La section 6 fait apparaître une accrétion plus régulière, mais étrangement uniforme, sans cohérence non plus avec le relief du fond qui présente aussi des chenaux intercalés de hauts fonds. Même la section 9, en travers de la baie de Châteauneuf (mais pas dans son extrémité amont où l'accrétion est probablement plus importante) montre une apparente sédimentation faible et quasi uniforme, de l'ordre de 10 cm. Nous pensons que ces résultats relèvent de l'incertitude de mesure, car s'il y avait véritable accrétion, elle serait plus localisée et en rapport avec des minima de courants (bord ou fond de chenal, partie supérieure de l'estran ...). Une accrétion moyenne uniforme indépendamment du relief du fond dans un secteurs soumis à la marée est tout à fait irréaliste. A noter que la section 5, qui traverse le "camp Viking", montre à ce niveau des érosions/dépôts également désordonnés, qui font penser à une imprécision du calage horizontal des deux MNT dans un secteur d'herbus très chahuté, voire à un effet des plantes.

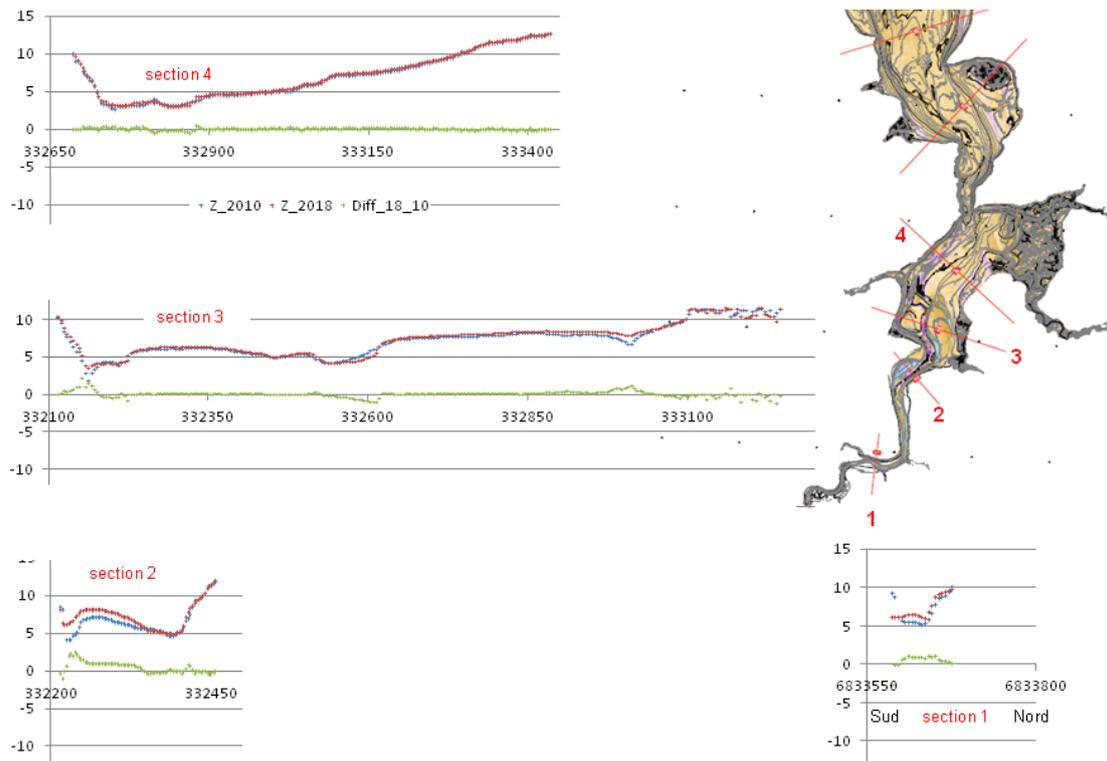


**Figure A6.4 : sections représentatives du bassin maritime de la Rance (au nord des ponts).**

*En bleu : cote du fond (m Carte Marine) levé 2009-2011*

*en rouge : cote du fond (m Carte Marine) levé 2018 ;*

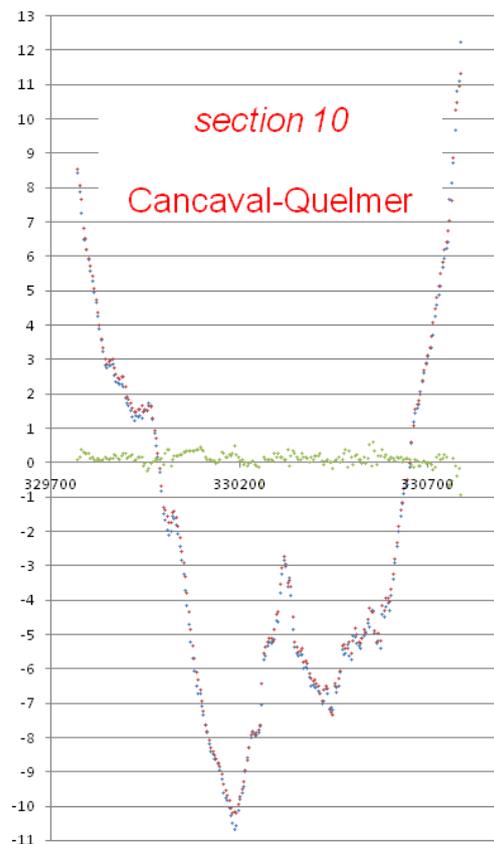
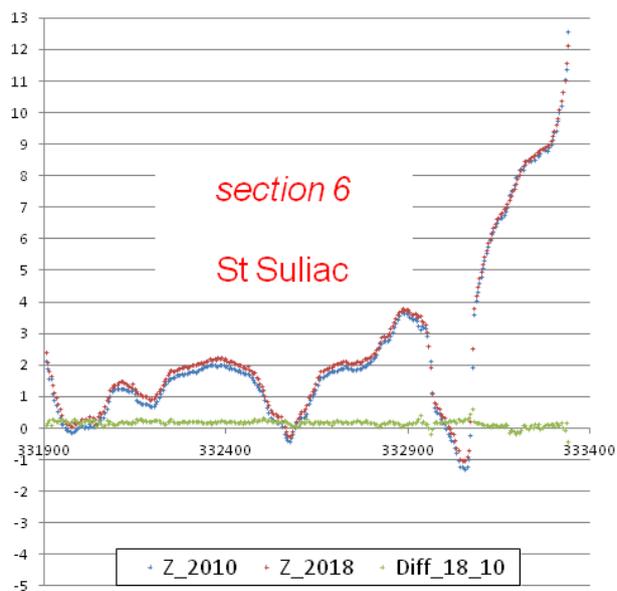
*en vert : différence levé 2018 - levé 2010 (abscisses : projections Lambert ouest-est, sauf section 9)*



**Figure A6.5 : sections représentatives du bassin maritime de la Rance (au sud des ponts).**  
 En bleu : cote du fond (m Carte Marine) levé 2009-2011  
 en rouge : cote du fond (m Carte Marine) levé 2018  
 en vert : différence levé 2018 - levé 2010 (abscisses : projections Lambert ouest-est, sauf section 1)

Au contraire, les érosions/dépôts visibles sur les sections au sud de Plouër sur Rance (Fig. A6.5) sont clairement plus marquées, et ont un sens physique : la section 3 révèle un engraissement du chenal ouest, un élargissement du chenal central (surtout sur sa rive est) et un comblement d'un chenal secondaire plus à l'est. Les sections 1 et 2, quant à elles, montrent la sédimentation très marquée et connue en amont de Mordreuc.

**L'examen de ces sections nous conduit à conclure que l'apparente accrétion quasi uniforme d'une vingtaine de cm sur les trois quarts de la surface du bassin relève de l'incertitude des mesures, et n'est donc pas significative.** On peut rappeler qu'une incertitude de 20 cm uniformément répartie sur une surface de bassin de 15 km<sup>2</sup> (3/4 x 20 km<sup>2</sup>) représente un volume de sédiment de 3 Mm<sup>3</sup>. Les spécialistes du LIDAR considèrent d'ailleurs que les levés LIDAR (en particulier à l'époque du levé 2009) ont une précision altimétrique de 20-25 cm, intégrant l'ensemble des incertitudes. **On peut aussi considérer que la réactualisation de la couverture sédimentaire, complétée par quelques carottages tels que suggérés par le Conseil Scientifique permettront de confirmer (ou le cas échéant d'infirmier) la non réalité du dépôt quasi uniforme.**



**Figure A6.6 : section 6 [entre pointe du Chatelet et St-Suliac] et 10 [entre Cancaval et Quelmer] (positions sur fig.A6.4).**

*En bleu : cote du fond (m Carte Marine) levé 2009-2011*

*En rouge : cote du fond (m Carte Marine) levé 2018*

*En vert : différence levé 2018 - levé 2009-2011*

*(abscisses : projections Lambert ouest-est)*

## A6.5- Réédition du différentiel bathymétrique 2018-2010

Nous avons donc demandé au laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux de régénérer la carte du différentiel bathymétrique 2018-2010 en blanchissant les secteurs pour lesquels l'écart ( $>0$  ou  $<0$ ) entre les deux MNT était en valeur absolue inférieure à 25 cm. C'est l'objet de la figure A6.7, qui représente en couleur l'écart entre l'élévation 2018 et l'élévation 2010 ( $>0$ , en bleu et ambre, dépôt net ;  $<0$ , en violet et rouge, érosion nette), tandis que les contours sont les isobathes (tous les 5 m) de la situation 2018, afin de permettre la visualisation des principaux chenaux. Attention, certains secteurs rivulaires, en haut d'estran, en particulier au fond de la baie de Châteauneuf ou très en amont, apparaissent en blanc car non levés en 2010 ou en 2018, alors que les érosions/dépôts peuvent y être intenses.

Dans le secteur Nord (Fig. A6.7a) on peut observer une érosion sensible (de l'ordre du mètre) en rive droite près des vannes du barrage, ainsi que dans le resserrement au sud de l'île Chevret, tandis qu'ailleurs de multiples secteurs fragmentés sont en dépôt de l'ordre de 50 cm (c'est le cas par exemple des chenaux de la baie de Châteauneuf). Dans la partie centrale (Fig. A6.7b) sont principalement observés des secteurs en faible dépôt, plutôt sur le versant ouest. Enfin au sud (Fig. A6.7c), on relève une tendance à l'accrétion (de l'ordre 20 à 60 cm, localement plus en bordure de petits chenaux) dans le secteur des Bas Champs, un léger déplacement du chenal en amont de port St-Hubert vers le sud-est, une profonde modification des chenaux en amont de Plouër et un engraissement important de la "plaine" de Mordreuc.

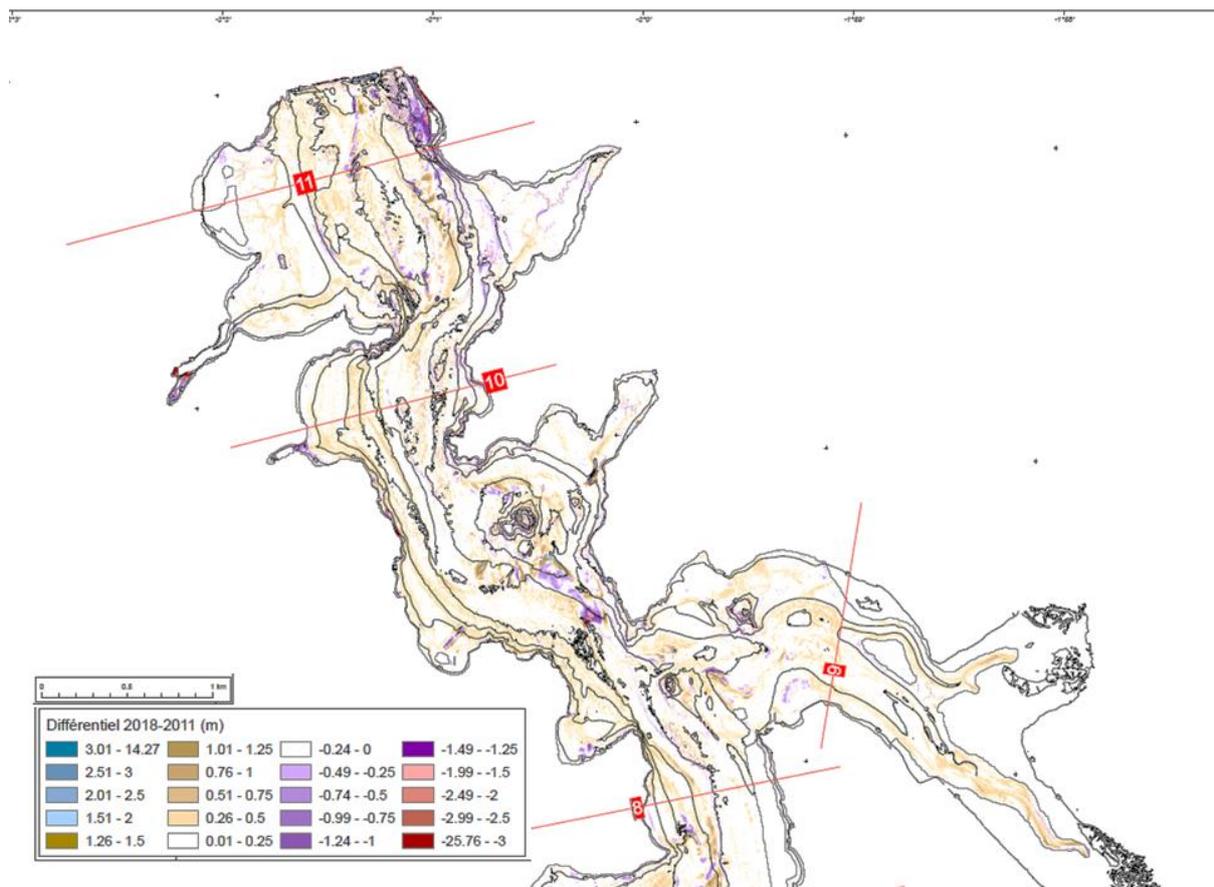


Figure A6.7a : différentiel bathymétrique 2018-2010 du bassin maritime de la Rance, partie Nord (d'après Hanquiez, 2020)

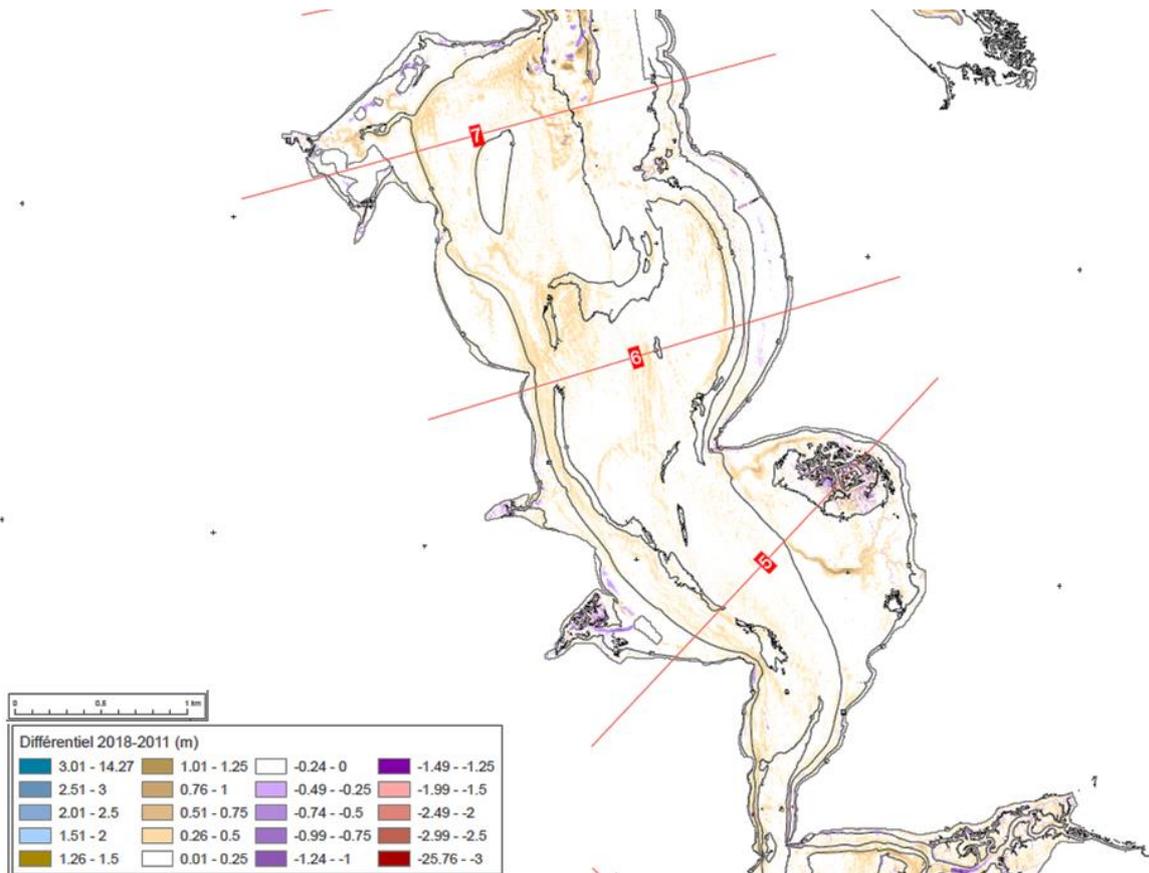


Figure A6.7b : différentiel bathymétrique 2018-2010 du bassin maritime de la Rance, partie centrale (d'après Hanquiez, 2020)

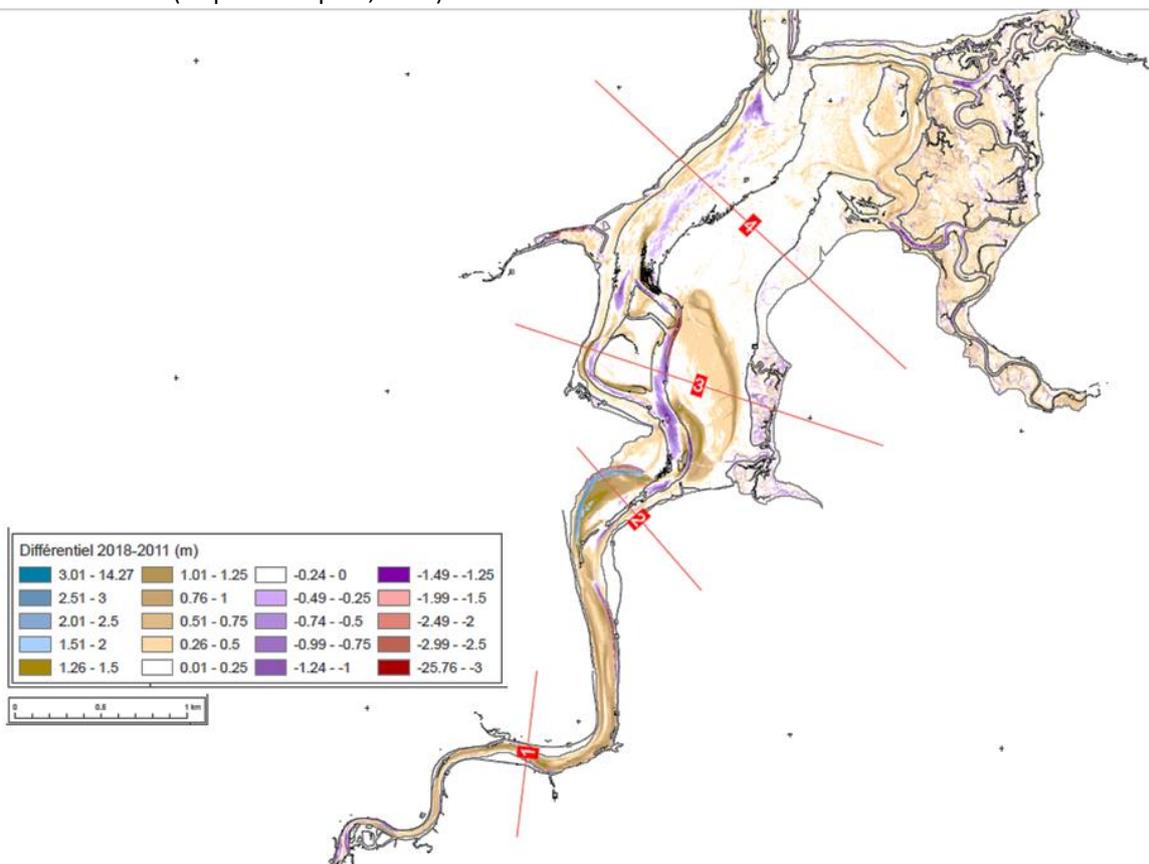
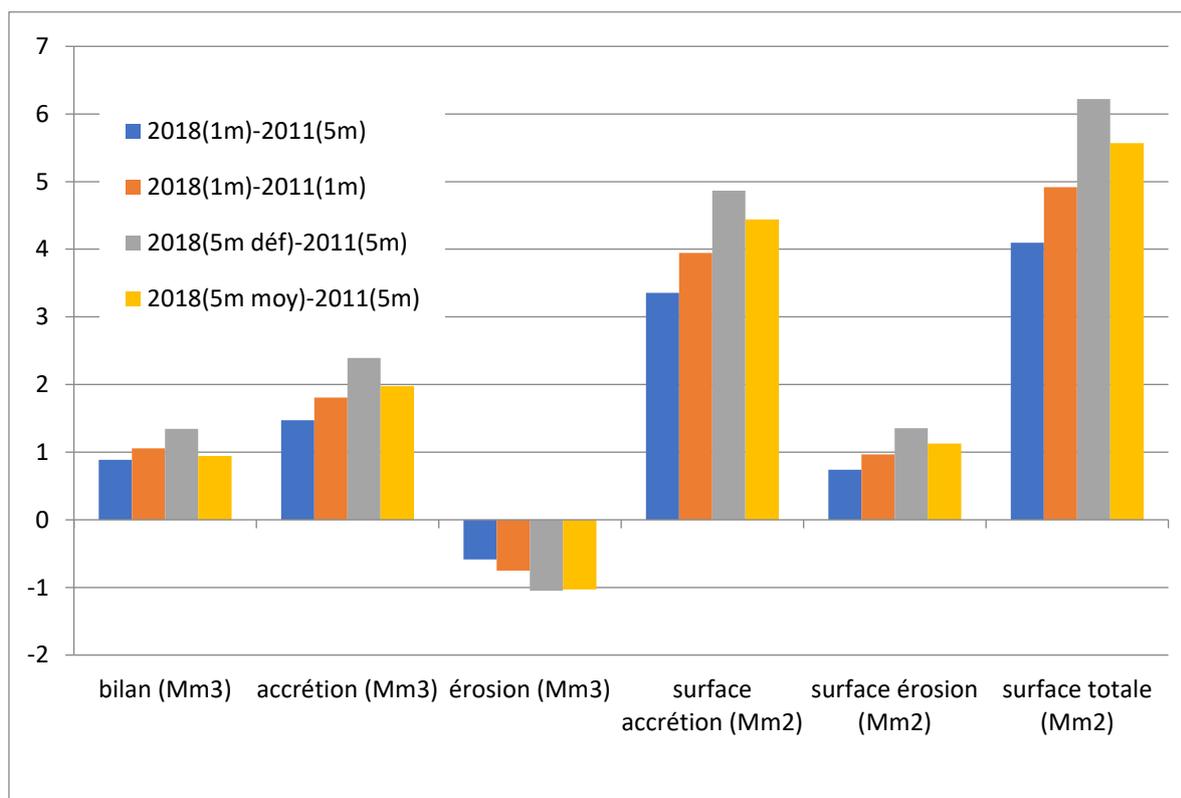


Figure A6.7c : différentiel bathymétrique 2018-2010 du bassin maritime de la Rance, partie Sud (d'après Hanquiez, 2020)

Plus en amont, la sédimentation est notable, parfois localement compensée par une érosion rivulaire dans les secteurs à méandres.

Des calculs de bilan sédimentaire ont été retenus par le laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux. Ceux-ci s'avèrent très sensibles à la méthodologie utilisée, en particulier en lien avec la différence de résolution des MNT originaux (1m en 2018, 5 m en 2011). Sur le différentiel global, la sédimentation nette obtenue varie entre 2.4 et 2.6 Mm<sup>3</sup>, mais demeure non significative compte tenu des imprécisions relevées pour l'ensemble de la zone. Si l'on s'intéresse aux seuls secteurs pour lesquels l'écart bathymétrique est supérieur à 25 cm (secteurs colorés sur la figure A6.7), le bilan obtenu varie entre 0.885 et 1.344 Mm<sup>3</sup> selon la méthode utilisée, oscillant autour d'une valeur de 1 Mm<sup>3</sup> sous forme de sédimentation moyenne (Figure A6.8).

Ce bilan porte sur une surface totale de l'ordre de 5.5 km<sup>2</sup>, à comparer à une surface totale couverte par les deux levés de 19.461 km<sup>2</sup>. Le bilan que l'on retient (en jaune sur la figure A6.8) correspond aux différences entre les deux MNT ramenés à la résolution de 5 m (résolution du MNT de 2011) en affectant aux valeurs de 2018 la moyenne des valeurs données par le MNT 2018 à 1m de résolution concernées le pixel à 5x5 m. Ce bilan est une sédimentation nette de 0.94 Mm<sup>3</sup> pour l'ensemble du secteur commun aux deux levés (soit 19.5 km<sup>2</sup>), constitué par la somme d'un volume d'accrétion résiduelle de 1.97 Mm<sup>3</sup>, soit environ 44 cm sur une surface de 4.4 km<sup>2</sup>, et d'un volume d'érosion résiduelle de 1.03 Mm<sup>3</sup>, soit environ 91 cm sur une surface de 1.1 km<sup>2</sup>. Pour rappel, les opérations de dragage intervenues dans la période sont l'opération Lyvet II à hauteur de 0.065 Mm<sup>3</sup> et le dragage d'entretien du chenal par EDF de 0.0076 Mm<sup>3</sup> en aval de l'écluse du Châtelier, selon le rapport Egis-Idra (2019).



**Figure A6.8 :** Bilans volumiques des secteurs en accrétion ou en érosion résiduelle supérieure à 25 cm entre 2009-2011 et 2018, selon plusieurs méthodes (distinguées par les codes couleur) et basées sur la résolution des MNTs.

## **A6.6- Conclusion**

L'incertitude associée à l'estimation du bilan sédimentaire entre 2010 et 2018 reste de l'ordre de 3 Mm<sup>3</sup>. On peut donc conclure que, sur la base des MNT disponibles, les incertitudes sont trop élevées pour en retirer une estimation des apports moyens annuels de sédiments. Pour chercher à y parvenir, il serait nécessaire de reprendre les données brutes des levés LIDAR 2009 et 2018 d'une part, et des sondages bathymétriques 2011 et 2018 d'autre part, et de recalibrer finement l'ensemble de ces données brutes, en particulier sur des points qui n'ont pas pu changer d'altitude entre temps. L'exercice peut aussi ne pas aboutir en raison des imprécisions de chaque levé, en particulier celles du LIDAR 2009. Pour les raisons avancées au début de cette note, à savoir l'impossibilité de retrouver des mesures d'écart bathymétriques plus précis mais aussi riches avant au moins 5 ans, il reste envisageable de procéder à ce retraitement des données brutes, même si le succès de l'opération n'est pas garanti.

Par ailleurs, le Conseil Scientifique a proposé une approche alternative de l'évaluation des apports annuels en s'appuyant d'une part sur des enregistrements continus et de longue durée des turbidités incidentes et d'autre part sur la modélisation hydrodynamique : cette approche est également très incertaine, mais a l'avantage d'aider aussi à la calibration et à la validation du modèle de transport de sédiment développé par EDF.

Il faut néanmoins souligner le très grand intérêt que présente le différentiel bathymétrique 2018-2010, car il permet de bien positionner des secteurs clairement en sédimentation ou en érosion résiduelle, nous renseignant ainsi sur la dynamique sédimentaire actuelle dans le bassin. Il peut aussi nous apporter des pistes de mesures à prendre, soit pour draguer certains secteurs, soit pour profiter de la dynamique érosive en d'autres lieux qui seraient peut-être favorables pour un dépôt provisoire de sédiments dragués (en particulier s'ils sont proches du barrage).

## **A6.7- Références**

Egis Idra, 2019. Programme expérimental de gestion sédimentaire de l'estuaire de la Rance : accompagnement à la définition du plan de gestion expérimental quinquennal. Rapport d'étude pour l'EPTB Rance Frémur baie de Beaussais, 103p.

Hanquiez V., 2020. Différentiel bathymétrique du bassin maritime de la Rance entre 2018 et 2010. Carte au format .pdf.