

Collecte communautaire de données sur les courants océaniques : un exemple dans la province septentrionale indonésienne d'Aceh

Syamsul Rizal¹, Haekal A. Haridhi¹, Crispen R. Wilson², Akhyar Hasan³ et Ichsan Setiawan¹

Résumé

Dans le cadre du programme d'aide à la reconstruction mis en place à la suite du tremblement de terre et du tsunami qui ont frappé l'océan Indien en décembre 2004, plusieurs bateaux de pêche ont été équipés de GPS (avec sondeurs) munis d'enregistreurs. Grâce à cet équipement, nous avons élaboré un cadre de recherche bénéfique tant aux chercheurs qu'aux pêcheurs, fondé sur le recueil de données sur les courants océaniques par les pêcheurs. Les pêcheurs à la senne en particulier ont fait partie des bénéficiaires. En effet, l'équipement a permis d'enregistrer les données relatives à leurs activités (date, heure, position, vitesse et profondeur). Ces enregistrements ont ensuite servi au référencement des zones de mouillage des filets. Cette étude et le recueil de données se sont déroulés du 25 novembre 2007 au 31 décembre 2008. Les courants ont été mesurés en fonction de l'élévation du niveau de la mer, qui a été réparti en quatre niveaux de marée : montante, haute, descendante, et basse. Les résultats de l'observation et de la modélisation ont été comparés, et sont en corrélation.

Introduction

Le tremblement de terre et le tsunami qui ont dévasté l'océan Indien en décembre 2004 font partie des pires catastrophes naturelles jamais enregistrées. Dans la seule province d'Aceh en Indonésie, les pertes humaines sont estimées à plus de 186 000 personnes, parmi lesquelles 15 à 20 % des pêcheurs (~ 10 000 individus). Le tsunami a par ailleurs endommagé ou détruit plus de 10 000 petits bateaux de pêche, et une quantité innombrable d'engins de pêche et d'infrastructures liées à la pêche (Garces et al. 2010 ; Stobutzki et Hall 2005).

La disparition d'autant de pêcheurs a entraîné une autre perte incalculable : celle de leur savoir-faire professionnel. Avant le tsunami, aucune observation scientifique n'avait été réalisée concernant les eaux dans lesquelles les pêcheurs opéraient ; il n'existait donc ni documentation référençant leurs zones de pêche, ni retranscription de leur savoir-faire régional.

Il est donc nécessaire de mettre en place un cadre de recherche scientifique et d'enquête dans la région afin de restaurer et d'enrichir les connaissances des pêcheurs. Toutefois, les méthodologies de recherche classiques sont coûteuses, longues, et nécessitent de faire appel à des experts (Garces et al. 2010), alors que dans le cas présent, il est impératif que : 1) la recherche soit peu coûteuse, 2) les informations puissent être facilement recueillies, 3) les pêcheurs participent à la

collecte des données, et enfin, 4) toutes les étapes du processus de recherche ainsi que les résultats soient exploités afin d'améliorer les compétences et les revenus des pêcheurs.

Dans cette optique, nous avons fait de l'activité de recherche une enquête communautaire impliquant les pêcheurs dans la collecte des données. Le protocole de recherche a été établi de façon à ce que les pêcheurs puissent collecter les données océanographiques lors de leurs activités halieutiques habituelles. Dans le cadre des efforts de réhabilitation et de reconstruction post-tsunami à Aceh, le *Body of Rehabilitation and Reconstruction* (BRR) en Indonésie a fourni aux pêcheurs des bateaux ainsi que des engins de pêche et de l'équipement. Plusieurs bateaux de pêche ont ainsi été équipés de sondeurs couplés à des GPS (Système mondial de localisation) munis de systèmes d'enregistrements continus, grâce auxquels des données océanographiques ont pu être recueillies et enregistrées au cours des sorties de pêche. Au préalable, les pêcheurs ont été formés à l'utilisation du GPS (figure 1a) et à la lecture des cartes élaborées à partir des données qu'ils avaient recueillies (figure 1b). Les formateurs ont été choisis parmi les pêcheurs et des étudiants, et ont eux-mêmes suivi une formation d'environ une semaine. Ce sont eux qui ont établi les cartes à partir des données recueillies par les pêcheurs, et à bord, ils ont pu discuter avec ceux-ci du quotidien en mer. Les pêcheurs ont également fourni

¹ Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, Indonésie

² Banque asiatique de développement (BAsD)

³ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, Indonésie

* Contact : Syamsul Rizal, syamsul.rizal@unsyiah.net



Figure 1. Formation des pêcheurs : a) à l'utilisation du GPS et de son système d'enregistrement, b) à la lecture d'une carte établie grâce aux données qu'ils ont recueillies.

des renseignements au bureau du *Panglima Laot*⁴ sur les dangers sous-marins qu'ils avaient rencontrés (par ex. des récifs coralliens), afin qu'ils puissent être reportés sur les cartes.

La méthode que nous avons appliquée n'est pas nouvelle : quelques courants de surface ont été mesurés par dérive (Cutler et Swallow 1984), méthode qui reste privilégiée pour obtenir des données de référence (Shankar et al. 1996), pour comparer les données de modélisation et d'observation (Schott et McCreary 2001 ; Shankar et al. 2002), ainsi que pour valider les résultats de la modélisation (Durand et al. 2009 ; Song et al. 2003). Les études d'observation antérieures ont toutefois été réalisées à bord d'un navire océanographique, et ne reposent pas sur la collecte de données par les pêcheurs.

Les eaux d'Aceh sont délimitées par l'océan Indien et le Détroit de Malacca, et sont parsemées de myriades de petites îles le long de la côte de Sumatra (figure 2). Il existe peu de données océanographiques collectées sur le Détroit de Malacca et les eaux autour d'Aceh. Ainsi, l'enregistrement et la collecte de données océanographiques par les pêcheurs est une activité particulièrement utile, autant pour les pêcheurs eux-mêmes que pour les institutions telles que les universités, les centres de recherche, et les organismes publics.

La collecte de données océanographiques s'avère de première importance pour l'activité de subsistance des pêcheurs, car les sennes sont facilement endommagées par les récifs coralliens. La présente recherche fournit aux pêcheurs des informations détaillées sur les courants, et leur permet ainsi d'éviter les pâtés coralliens.

La cartographie des courants océaniques peut être effectuée à très faible coût par les pêcheurs eux-mêmes, et ils mesurent facilement les avantages de cette recherche en utilisant les cartes réalisées grâce à leurs données. Leur participation à la recherche prend d'autant plus de valeur que son utilité est immédiate et évidente.

Pour valider les résultats, nous avons comparé les données recueillies avec celles obtenues par modélisation numérique (Rizal et al. 2012). Les buts de cette recherche ont donc été : 1) d'établir une interaction entre chercheurs et pêcheurs, et 2) d'enrichir les connaissances environnementales des pêcheurs.

Matériel et méthodes

Participation des pêcheurs. Les données ont été recueillies quotidiennement par 45 senneurs pendant 36 jours, pour un total de 856 ensembles de données (et non 1 620 comme prévu, certains bateaux n'étant pas sortis tous les jours). La majorité des pêcheurs participant à la recherche avait pour zone de pêche les eaux au nord de Banda Aceh. C'est pourquoi les données sur les courants océaniques dont il est question ici ne concernent que cette région.

Le recueil de données ne nécessite aucun effort supplémentaire de la part des pêcheurs. Comme à leur habitude, ils calent leur filet lorsqu'ils repèrent un banc de poissons, laissent le bateau dériver, puis remontent la senne à bord. C'est la course suivie par le bateau durant cette activité halieutique habituelle qui est analysée pour identifier et mesurer les courants océaniques.

⁴ Dans la province d'Aceh, l'institution traditionnelle *Panglima Laot* remonte au XVII^e siècle [Nurasa et al. 1987]. Le terme fait référence à la fois à l'institution et à ses « anciens », des membres élus parmi les capitaines confirmés afin de diriger les pêcheurs de la région. Le *Panglima Laot* a pour missions de faire appliquer la réglementation sur la pratique traditionnelle de la pêche, de contrôler l'accès aux zones importantes, de résoudre les conflits entre pêcheurs, et d'organiser les opérations de sauvetage des bateaux en détresse [Wilson et Linkie 2012].

Bateaux et engins de pêche. Les senneurs participants jaugent entre 27 et 30 tonnes. Ce sont des bateaux en bois à fond arrondi, équipés de moteurs diesel de 150 à 230 chevaux. Pour chaque sortie, les équipages étaient constitués de 22 pêcheurs, capitaine inclus. La figure 3 montre l'équipage à l'œuvre pendant le bourrage de la senne.

La plupart des sennes utilisées par les pêcheurs locaux mesurent environ 1 200 m de long sur 80 m de profondeur. Ce filet transforme le senneur en bouée dérivante géante, depuis le moment où la partie inférieure du filet est refermée, jusqu'au virage de la senne (figure 3). La senne est virée manuellement, ce qui prend environ 30 à 40 minutes.

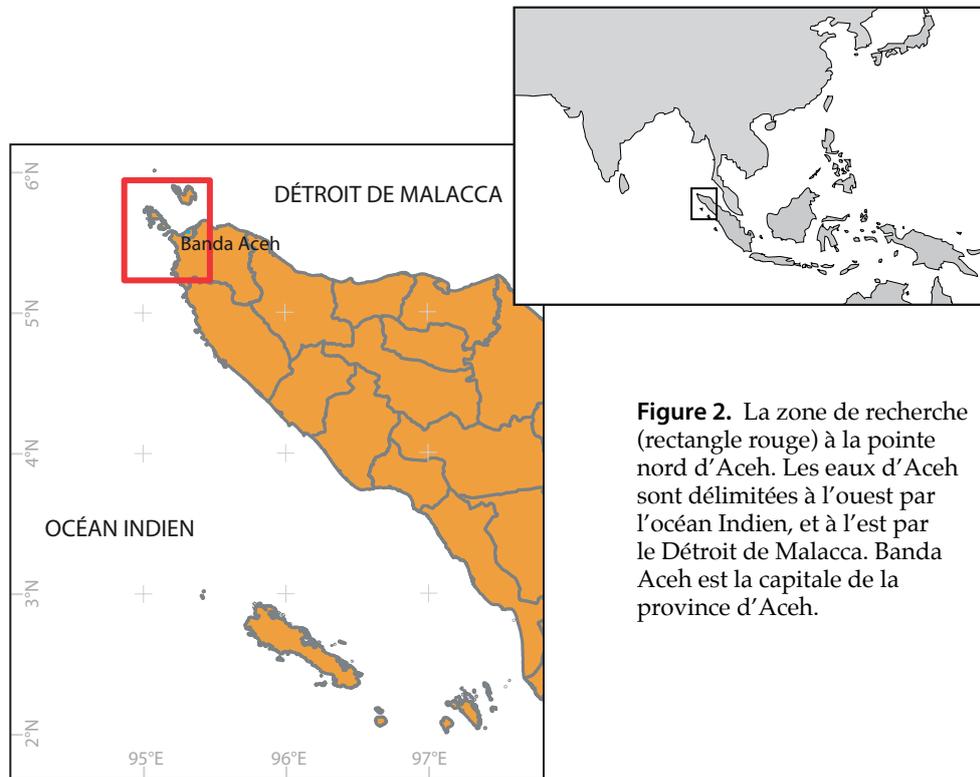


Figure 2. La zone de recherche (rectangle rouge) à la pointe nord d'Aceh. Les eaux d'Aceh sont délimitées à l'ouest par l'océan Indien, et à l'est par le Déroit de Malacca. Banda Aceh est la capitale de la province d'Aceh.



Figure 3. Un équipage de senneur en train de refermer le fond d'un filet.

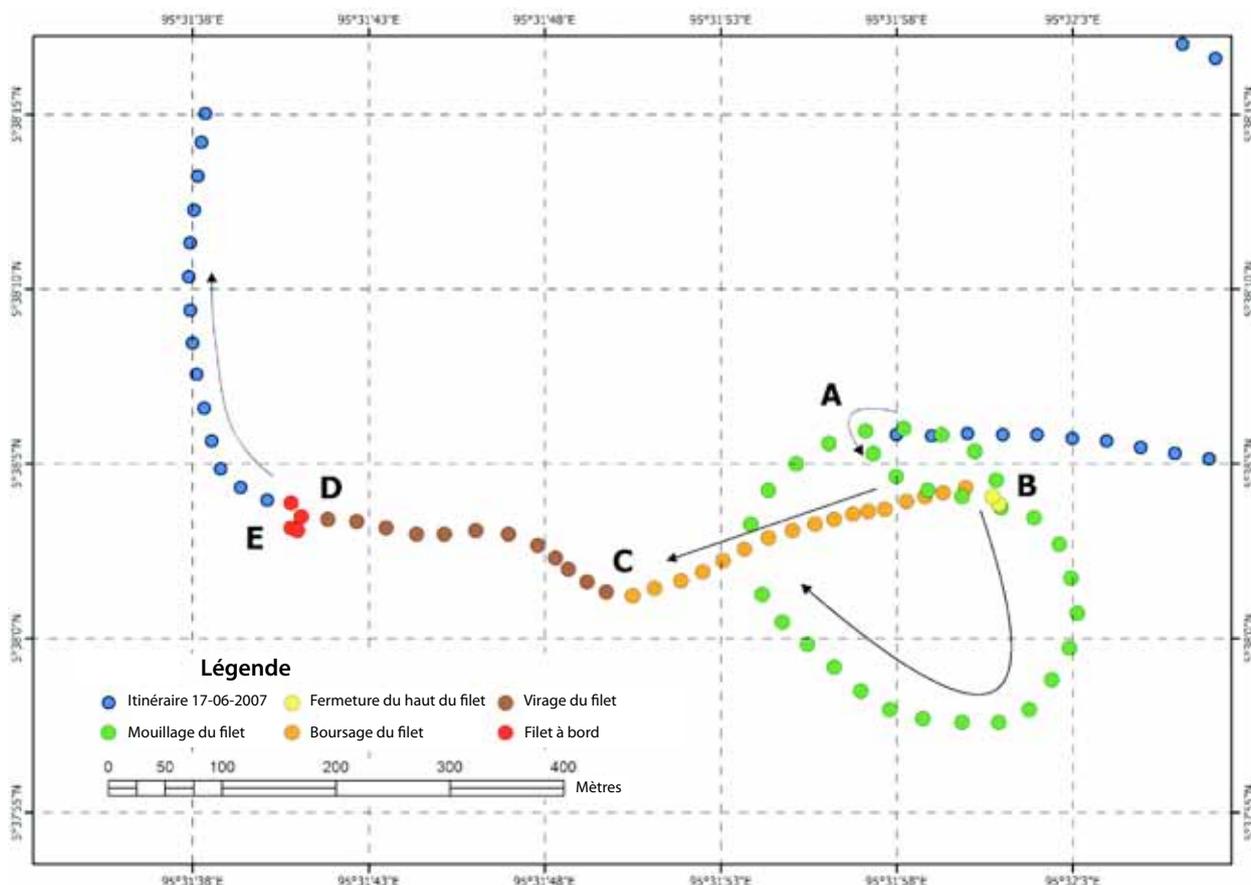


Figure 4. Tracé de la route d'un senneur au cours de sa pêche. Dans cet exemple, les données utilisées pour estimer la vitesse et la direction du courant ont été collectées du point B au C puis au D, alors que le bateau dérivait.

Analyse de la route. La collecte des données brutes découle donc de la méthode traditionnelle de pêche à la senne :

- Le bateau se rend au point A, puis au point B.
- À partir du point B, le bateau suit une trajectoire circulaire (une seule fois) qui s'achève à nouveau au point B. À ce point, le moteur est arrêté.
- Du point B au point C, puis jusqu'au point D, le bateau dérive et se déplace uniquement grâce aux courants océaniques.
- Au point E, le travail est achevé et le filet est remonté à bord.

La figure 4 retrace les différentes étapes de cette méthode de pêche. À partir des données de la figure 4, nous avons mesuré la distance B-C-D (z_{B-C-D}) et utilisé les formules ci-dessous pour déterminer la vitesse du courant ($|v|$) et sa direction (α) ; temps correspondant au temps pris par le bateau pour se rendre de B à C puis à D ; y la distance B-D projetée sur l'axe longitudinal, et x la distance B-D projetée sur l'axe latitudinal.

$$|v| = z_{B-C-D} / \text{temps} \quad (1)$$

$$\alpha = \tan^{-1}(y/x) \quad (2)$$

Analyse des marées. La figure 5 montre l'emplacement des deux stations marégraphiques utilisées pour la répartition des données : Ulee Lheue pour le Déroit de Malacca, et Pulau Rusa pour l'océan Indien. Pour chaque station, l'horaire des quatre niveaux de marée a été déterminé de façon précise, comme l'illustre la figure 6 : (a) montante, (b) haute (la mer atteint le niveau le plus haut localement), (c) descendante, et (d) basse (la mer atteint le niveau le plus bas localement).

Dans l'exemple de la figure 5, ce sont les données de la station d'Ulee Lheue qui ont été utilisées, car elle était la plus proche du tracé de la route du bateau (en vert).

Résultats et discussion

La figure 7 présente une synthèse de la direction et de la vitesse des courants océaniques calculées à partir des données fournies par les pêcheurs. Les figures 8, 9, 10 et 11 montrent les courants océaniques observés entre le 25 novembre 2007 et le 31 décembre 2008 pour les zones 1, 2, 3 et 4.

Afin de valider les données, toutes les vitesses des courants observés et analysés (dans leur composante u , la composante vectorielle est-ouest) ont été mises en corrélation avec les résultats découlant de modélisations numériques (cf. Rizal 2000, 2002 ; Rizal et al. 2012).

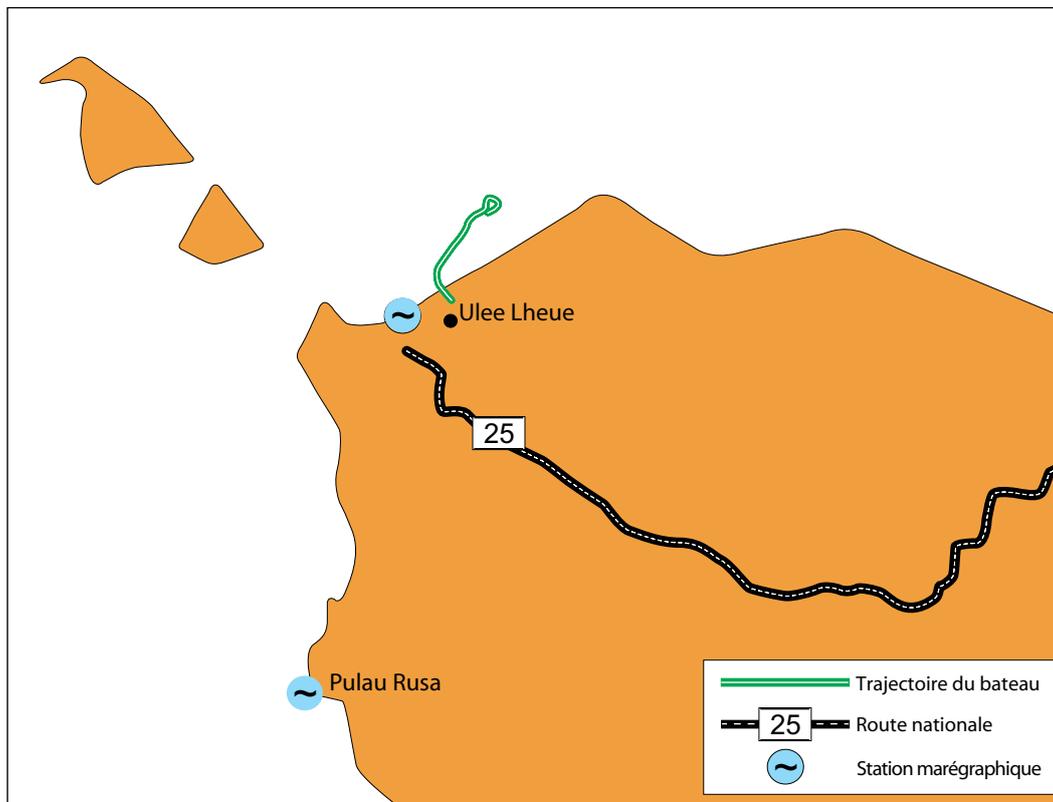


Figure 5. Choix de la station marégraphique de référence. Dans cet exemple, la station d'Ulee Lheue a été choisie car elle était la plus proche de la route suivie par le bateau.

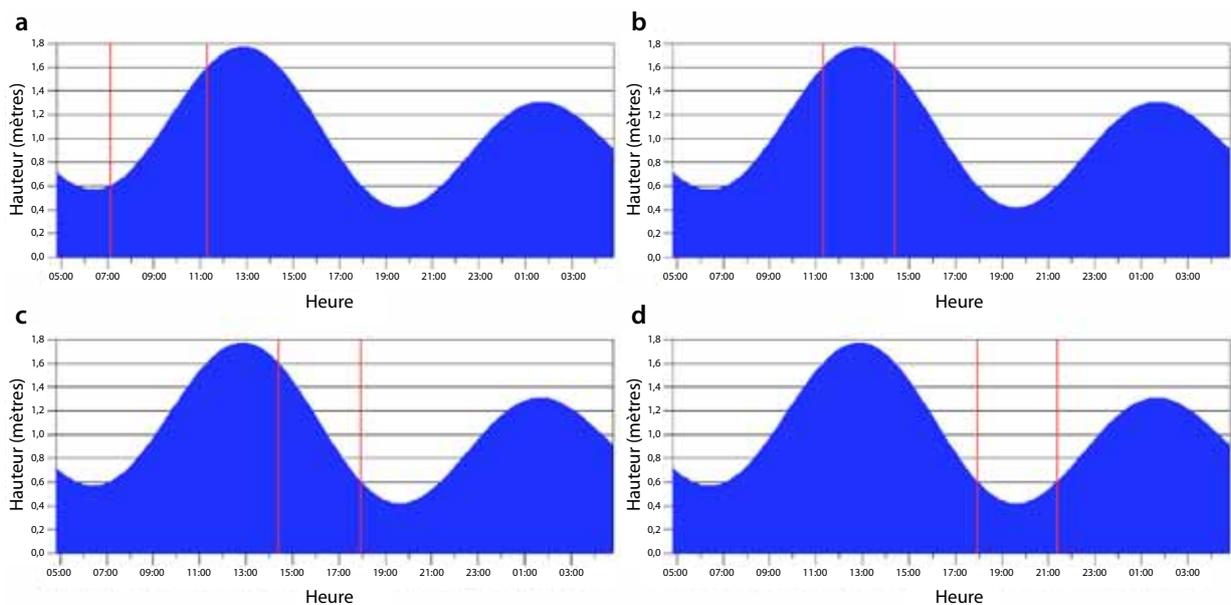


Figure 6. Représentation des niveaux de marée sur une journée. Les lignes rouges délimitent le début et la fin du niveau de la marée en cours : (a) montante, (b) haute (la mer a atteint son niveau le plus haut localement), (c) descendante, et (d) basse (la mer a atteint son niveau le plus bas localement).

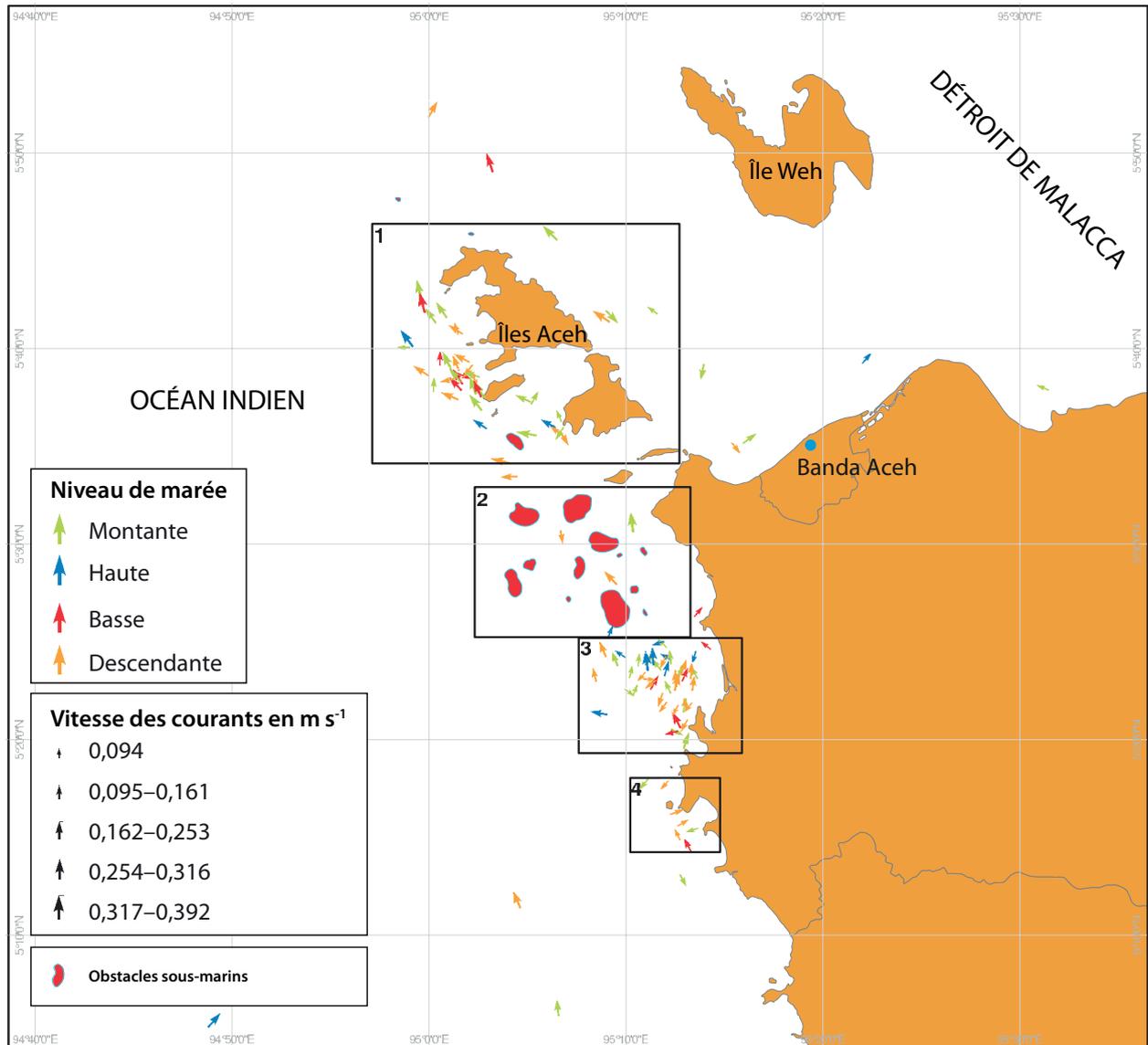


Figure 7. Direction et vitesse des courants océaniques calculées à partir des données fournies par les pêcheurs. La zone 1 englobe les îles d'Aceh et leurs eaux environnantes ; la zone 2 est au large de Lhok Nga ; la zone 3 au large de Leupung ; la zone 4 au large de Glee Bruek. La plupart des observations ont été réalisées dans les eaux autour des îles d'Aceh et au large de Leupung, et pour une moindre part, au large de Lhok Nga et de Glee Bruek.

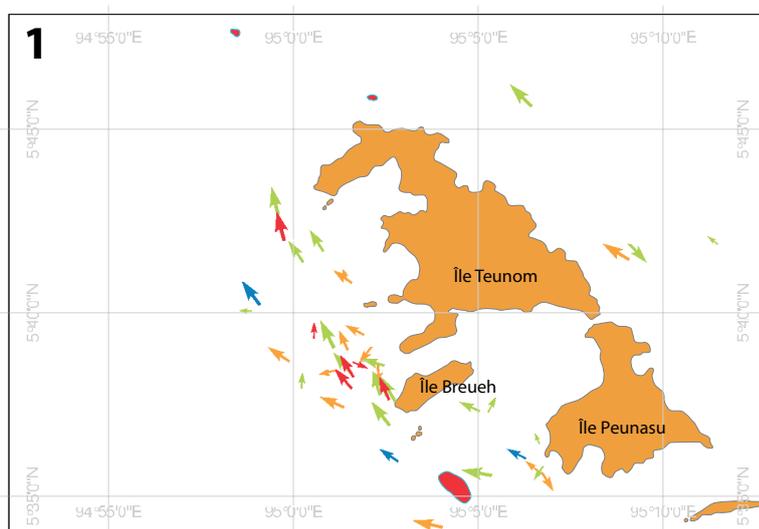


Figure 8. Courants océaniques observés par les pêcheurs autour des îles d'Aceh (cf. figure 7 pour les légende et localisation de la zone).

Figure 9. Courants océaniques observés par les pêcheurs au large de Lhok Nga (cf. figure 7 pour les légende et localisation de la zone).

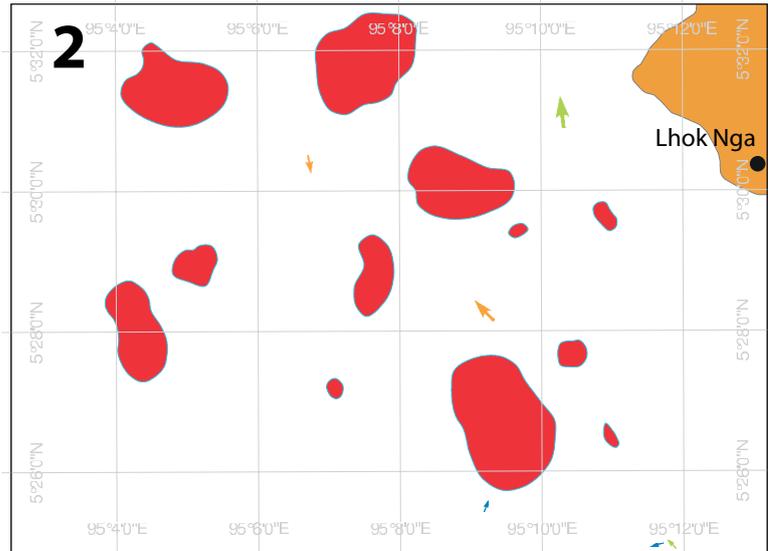


Figure 10. Courants océaniques observés par les pêcheurs au large de Leupung (cf. figure 7 pour les légende et localisation de la zone).

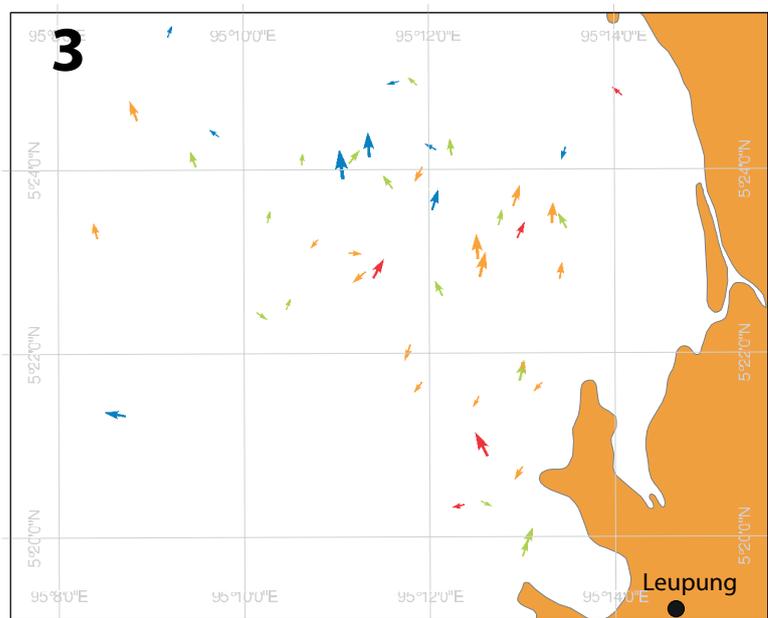
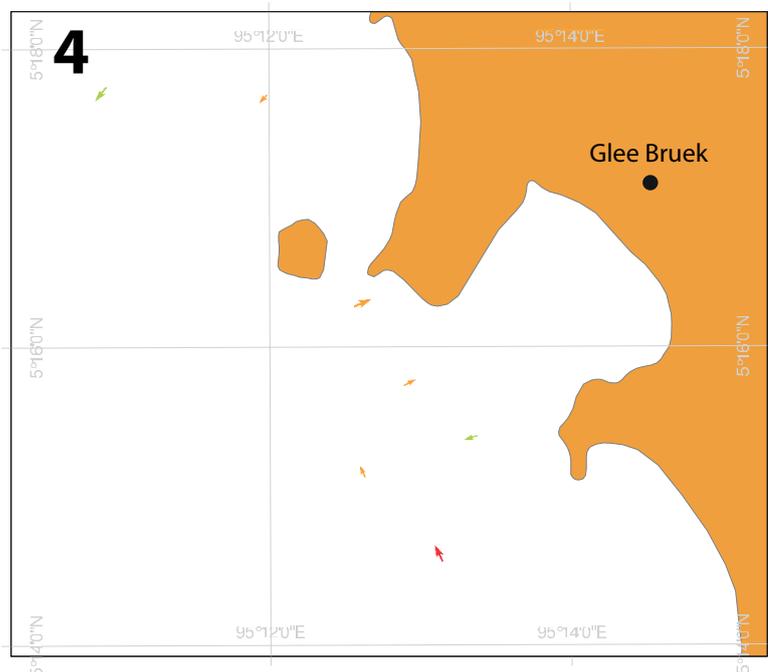
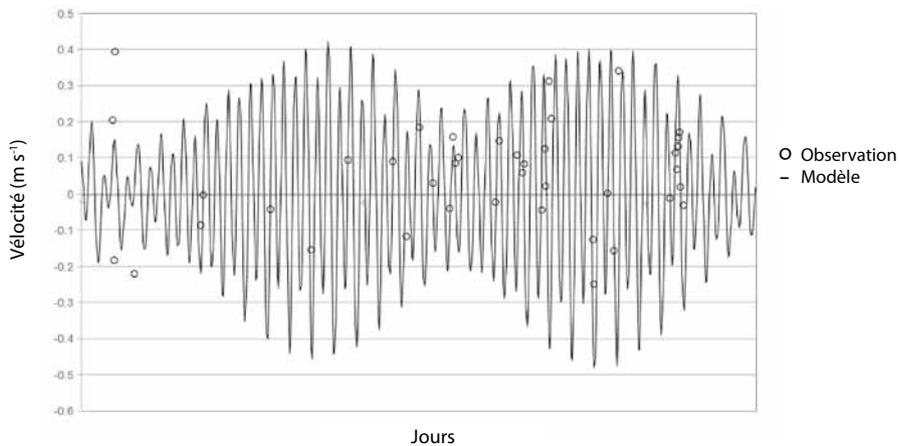
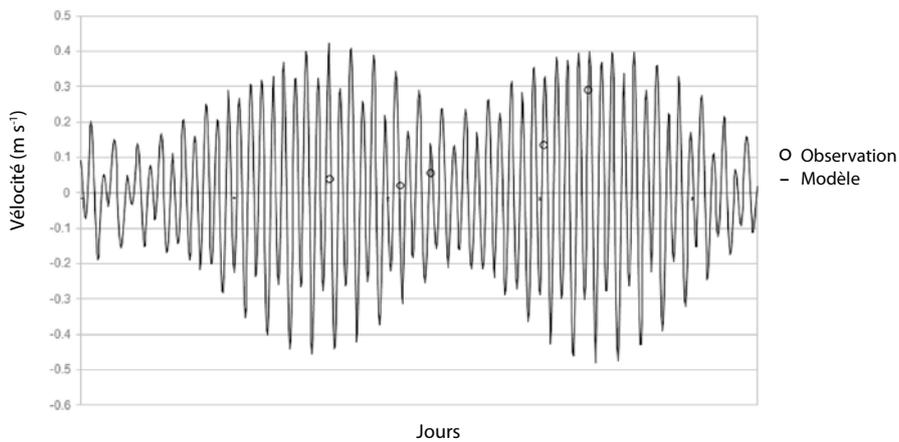


Figure 11. Courants océaniques observés par les pêcheurs au large de Glee Bruék (cf. figure 7 pour les légende et localisation de la zone).

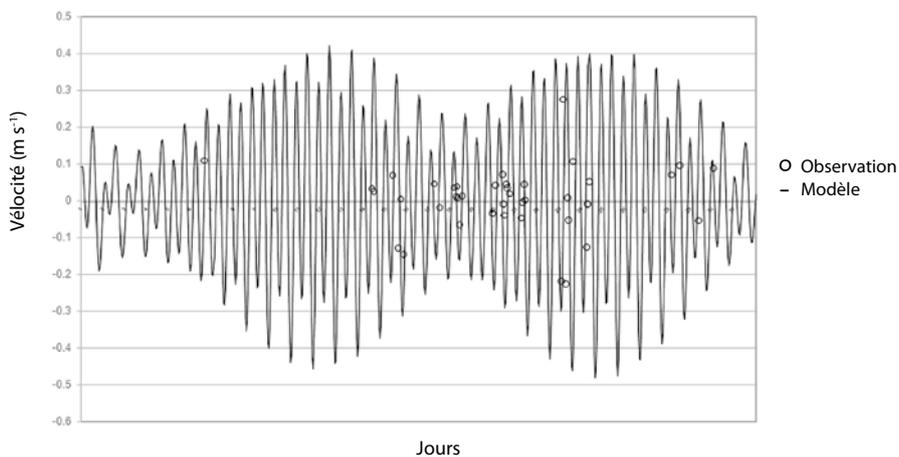


**Figure 12.**

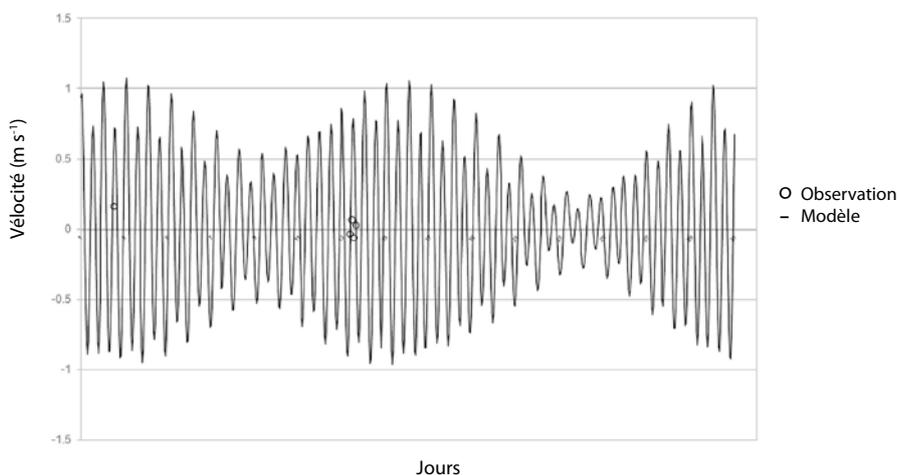
Comparaison entre les observations de courants réalisées par les pêcheurs autour des îles d'Aceh (figure 8) et les résultats obtenus par modélisation en décembre 2007. Les lignes noires continues représentent les valeurs obtenues par modélisation ; les cercles correspondent aux valeurs provenant des observations.

**Figure 13.**

Comparaison entre les observations de courants réalisées par les pêcheurs au large de Lhok Nga (figure 9) et les résultats obtenus par modélisation en décembre 2007. Les lignes noires continues représentent les valeurs obtenues par modélisation ; les cercles correspondent aux valeurs provenant des observations.

**Figure 14.**

Comparaison entre les observations de courants réalisées par les pêcheurs au large de Leupung (figure 10) et les résultats obtenus par modélisation en décembre 2007. Les lignes noires continues représentent les valeurs obtenues par modélisation ; les cercles correspondent aux valeurs provenant des observations.

**Figure 15.**

Comparaison entre les observations de courants réalisées par les pêcheurs au large de Glee Bruek (figure 11) et les résultats obtenus par modélisation en décembre 2007. Les lignes noires continues représentent les valeurs obtenues par modélisation ; les cercles correspondent aux valeurs provenant des observations.

Comme on peut le constater sur les figures 12, 13, 14 et 15, la plupart des vitesses de courant provenant des données recueillies par les pêcheurs correspondent aux résultats obtenus par modélisation.

Conclusions

La participation des pêcheurs aux activités de recherche a été une réussite. Ils considèrent les données recueillies aussi importantes pour eux que pour les chercheurs : de ce fait, ils les ont partagées volontiers. Les chercheurs ont effectué la collecte quotidienne des données à bord de chaque bateau rentrant de la pêche. Cela leur a permis d'interagir avec les pêcheurs, de transmettre leurs connaissances relatives à l'utilisation des GPS enregistreurs, et de partager les résultats de l'étude et d'autres expériences. Les pêcheurs se sont montrés intéressés par les résultats obtenus grâce aux données qu'ils avaient recueillies.

Les résultats décrits ci-dessus permettent de conclure que l'observation et le recueil de données par les pêcheurs est un moyen efficace et peu coûteux pour réaliser des observations à grande échelle, et qu'en outre, cette méthode peut être utilisée pour faciliter le transfert de connaissances entre chercheurs et pêcheurs.

Enfin, les observations des vitesses de courants et les résultats obtenus par modélisation sont bien en corrélation pour cette région. Cette étude met en avant l'importance du travail d'observation que peuvent effectuer les pêcheurs, et démontre que la collaboration entre pêcheurs et chercheurs peut aboutir à des résultats fructueux, autant pour l'observation que pour la validation par rapport aux modèles. Malgré un budget limité, cette expérience a été couronnée de succès.

Remerciements

Ces travaux de recherche ont été financés par la Banque asiatique de développement par le biais du projet d'Enquête communautaire de bathymétrie. La rédaction et la publication de cet article ont été financées par la Direction générale de l'enseignement supérieur, le Ministère de l'éducation et de la culture, la République d'Indonésie, et la Collaboration pour la recherche et les publications scientifiques internationales, sous la cote SP2H : 188/SP2H/PL/Dit. Litabmas/IV/2012, 30 avril 2012.

Bibliographie

Cutler A.N. and Swallow J.C. 1984. Surface currents of the Indian Ocean (to 25°S, 100°E): Compiled from historical data archived by the Meteorological Office, Bracknell, UK, Institute of Oceanographic Sciences, Report, No. 187, 8 p. & 36 charts.

- Durand F., Shankar D., Birol F. and Shenoi S.S.C. 2009. Spatiotemporal structure of the East India coastal current from satellite altimetry. *Journal of Geophysical Research* 114 C02013.
- Garces L.R., Pido M.D., Pomeroy R.S., Koeshendrajana S., Prisantoso B.I., Fatan N.A., Adhuri D., Raiful T., Rizal S., Tewfik A. and Dey M. 2010. Rapid assessment of community needs and fisheries status in tsunami-affected communities in Aceh Province, Indonesia. *Ocean and Coastal Management* 53(2):69–79.
- Nurasa T., Naamin N. and Basuki R. 1987. The role of Panglima Laot "Sea Commander" system in coastal fisheries management in Aceh, Indonesia. *Twenty-Second Indo-Pacific Fisheries Commission Symposium, Darwin, Australia.*
- Rizal S. 2000. The role of non-linear terms in the shallow water equation with the application in three-dimensional tidal model of the Malacca Strait and Taylor's Problem in low geographical latitude. *Continental Shelf Research* 20:1965–1991.
- Rizal S. 2002. Taylor's problem — influences on the spatial distribution of real and virtual amphidromes. *Continental Shelf Research* 22:2147–2158.
- Rizal S., Damm P., Wahid M.A., Sündermann J., Ilhamyiah Y., Iskandar T. and Muhammad. 2012. General circulation in the Malacca Strait and Andaman Sea: A numerical model study. *American Journal of Environmental Science* 5:479–488.
- Schott F.A. and McCreary J.P. 2001. The monsoon circulation of the Indian Ocean. *Progress in Oceanography* 51:1–123.
- Shankar D., Vinayachandran P.N. and Unnikrishnan A.S. 2002. The monsoon currents in the north Indian Ocean. *Progress in Oceanography* 52:63–120.
- Shankar D., McCreary J.P., Han W. and Shetye S.R. 1996. Dynamics of the East India coastal current: 1. Analytic solution forced by interior Ekman pumping and local alongshore winds. *Journal of Geophysical Research* 101(C6):13,975–13,991.
- Song Q., Gordon A.L. and Visbeck M. 2003. Spreading of the Indonesian throughflow in the Indian Ocean. *Journal of Physical Oceanography* 34:772–792.
- Stobutzki I.C. and Hall S.J. 2005. Rebuilding coastal fisheries livelihoods after the Tsunami: Key lessons from past experience. *Naga, WorldFish Center Newsletter* 28(1 and 2):6–12.
- Wilson C. and Linkie M. 2012. The *Panglima Laot* of Aceh: A case study in marine management after the 2004 Indian Ocean tsunami. *Oryx* 46:495–500.